

# **Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 30 gennaio al 3 febbraio 2019**



**A cura di:**  
**Miria Celano,**  
**Unità Radarmeteorologia, Nowcasting e Meteorologia da Satellite**  
**Andrea Selvini, Rosanna Foraci**  
**Area Centro Funzionale e Sala Operativa Previsioni**  
**Michele Di Lorenzo, Unità Reti di monitoraggio**

**BOLOGNA, 20 febbraio 2019**

## Riassunto

*Nelle giornate del 30 e del 31 gennaio il rapido passaggio di un'onda depressionaria associata all'afflusso di correnti polari marittime ha determinato iniziali deboli precipitazioni diffuse, a carattere nevoso anche in pianura.*

*Successivamente nelle giornate dell'1 e del 2 febbraio l'afflusso di correnti di libeccio, associate al ramo ascendente di una profonda saccatura con minimo sul golfo di Biscaglia in spostamento verso il Tirreno, ha causato precipitazioni intense sul crinale appenninico associate al parziale scioglimento del manto nevoso accumulato nelle precedenti giornate, originando inoltre fenomeni di pioggia congelante al suolo sulle vallate del settore centro-occidentale e causando venti forti con raffiche sull'Appennino centro-orientale.*

*Le abbondanti precipitazioni hanno generato piene su tutti i corsi d'acqua appenninici, significative sia per i livelli che per i volumi raggiunti su Reno, Panaro, Secchia ed Enza, parzialmente laminate nei tratti vallivi grazie all'azione di scolmatori e casse di espansione.*

*Sul fiume Reno la piena ha raggiunto i massimi storici registrati nella sezione di Vergato e nella sezione di Bonconvento, qui il colmo di piena ha raggiunto 12,84 metri, massimo di sempre. Poco a monte di Bonconvento una rotta arginale in destra ha causato l'allagamento di un'area di circa 27 kmq nei Comuni di Castelmaggiore, Argelato e S. Giorgio di Piano.*

*In copertina: in alto a sinistra: neve a Brisighella (RA), dai rilievi dei Carabinieri Forestali; in alto a destra: gelicidio nel Piacentino (da "piacenzasera.it"); in basso: la piena del Reno (foto Andrea Valentini)*

## INDICE

1. Evoluzione generale e zone interessate .....	4
2. Analisi meteorologica sull'Emilia-Romagna .....	7
3. Analisi dell'evoluzione alla mesoscala sull'Emilia-Romagna .....	12
4. Effetti connessi al gelicidio .....	17
5. Analisi della neve e degli effetti al suolo connessi .....	19
6. Analisi della precipitazione cumulata sull'Emilia-Romagna .....	26
7. La piena del fiume Reno.....	29
7.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino .....	30
7.2. La propagazione della piena lungo il corso d'acqua .....	32
8. Le piene sui fiumi affluenti di destra del Po.....	40
8.1. La piena del fiume Panaro .....	41
8.2. La piena del fiume Secchia .....	45
8.3. La piena del fiume Enza .....	50
9. Effetti al suolo connessi al passaggio delle piene.....	53
10. Analisi del vento.....	56
11. Effetti connessi alle mareggiate.....	58
12. Le attività del Centro Funzionale per la previsione ed il monitoraggio degli eventi .....	60

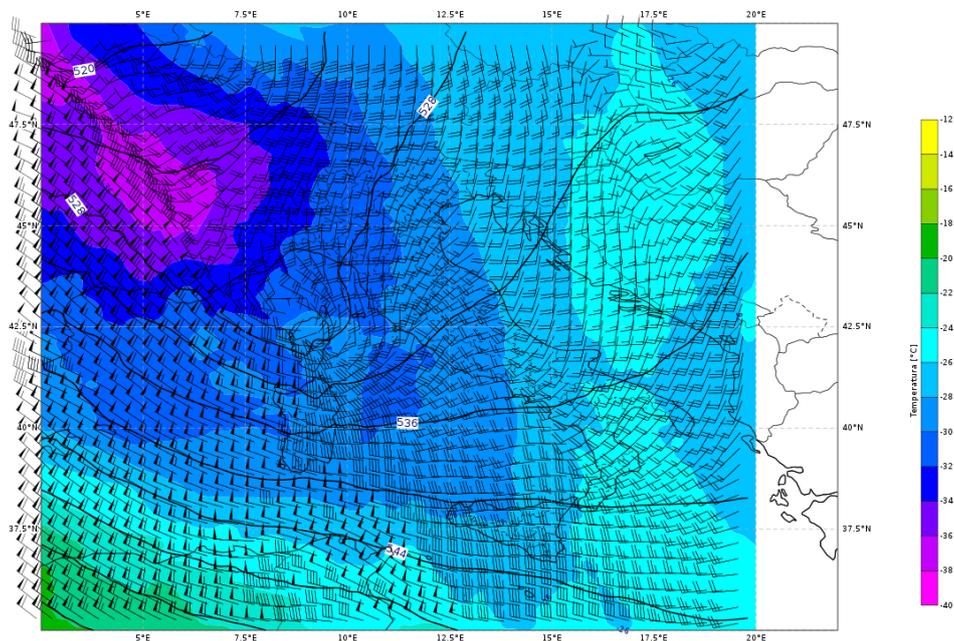
# 1. Evoluzione generale e zone interessate

Nella giornata del 30 gennaio un'onda ciclonica in quota di breve ampiezza (Figura 1) si è rapidamente portata dalla Francia verso il Tirreno settentrionale facendo confluire sulla nostra penisola una massa d'aria polare marittima e determinando la formazione di un minimo depressionario al suolo (Figura 2), associato a precipitazioni diffuse a carattere nevoso anche in pianura sull'Emilia-Romagna.

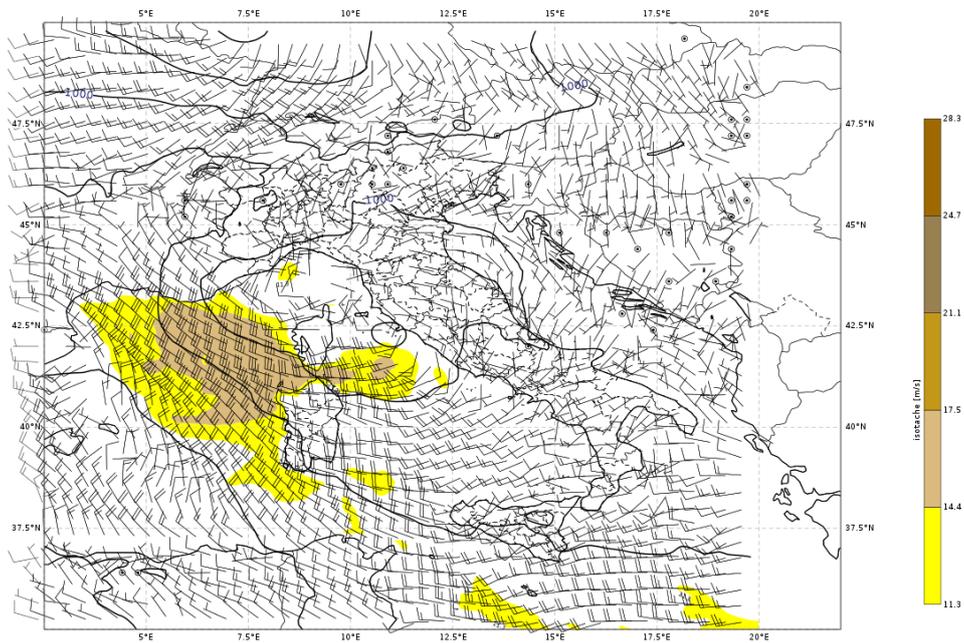
Il 31 gennaio l'onda depressionaria si è portata verso est (Figura 3), chiudendo un minimo sull'Italia centrale associato ad un fronte freddo occluso che ha mantenuto debole instabilità in aria fredda sulla nostra regione, con precipitazioni di scarsa consistenza che hanno prevalentemente interessato il settore orientale e i rilievi appenninici, assumendo carattere nevoso solo a quote collinari.

Al seguito del transito dell'onda depressionaria verso sud-est una nuova saccatura (Figura 4), molto più estesa della precedente, si è approfondita dalle isole britanniche verso il bacino del Mediterraneo, determinando l'afflusso di veloci correnti sud-occidentali nel suo ramo ascendente, che si sono intensificate nella giornata dell'1 febbraio, apportando precipitazioni intense sull'Appennino associate ad un rapido innalzamento del campo termico e a venti forti con associate raffiche sui rilievi centro-orientali.

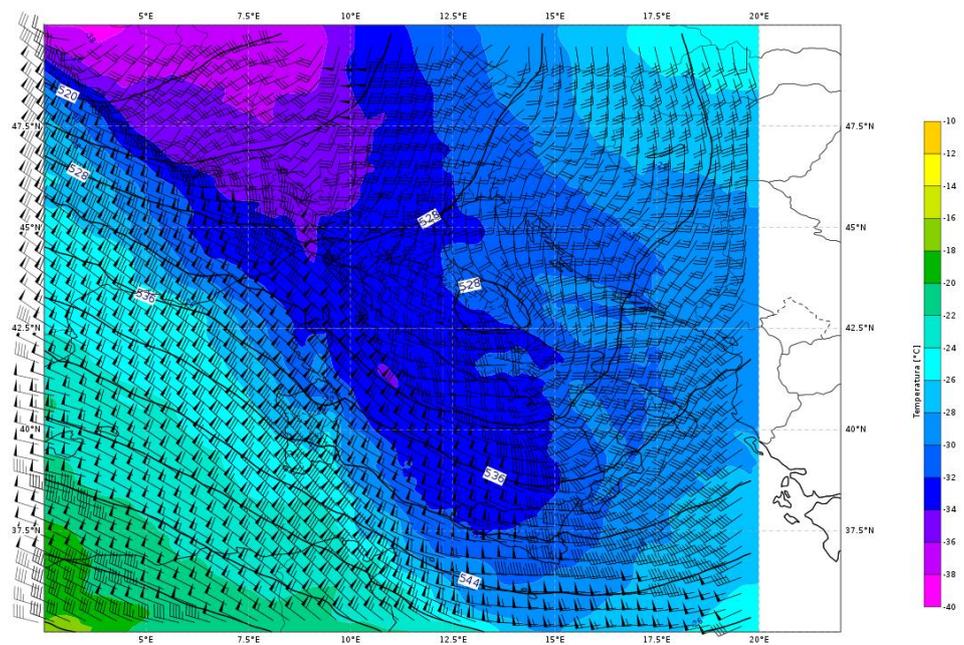
Nella giornata del 2 febbraio la saccatura (Figura 5) con minimo chiuso sul Tirreno settentrionale si è portata verso est, mantenendo flussi di correnti sud-occidentali in area fredda sulla nostra regione associati a deboli precipitazioni diffuse, con nevicate solo sulle cime più elevate dell'Appennino.



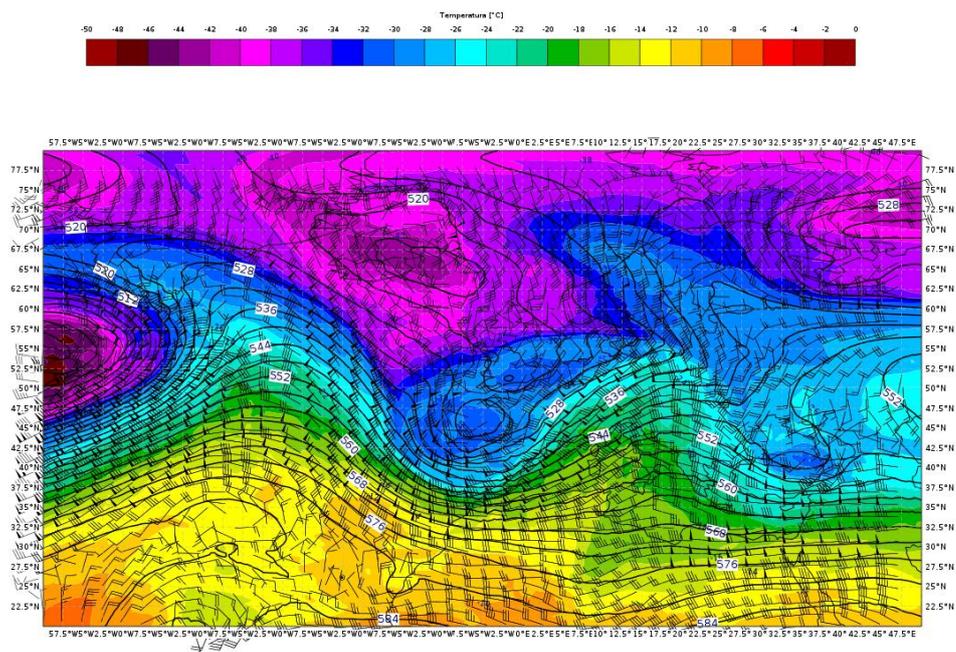
*Figura 1: Mappe di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 30-01-2019 ore 12 UTC centrata sull'Italia.*



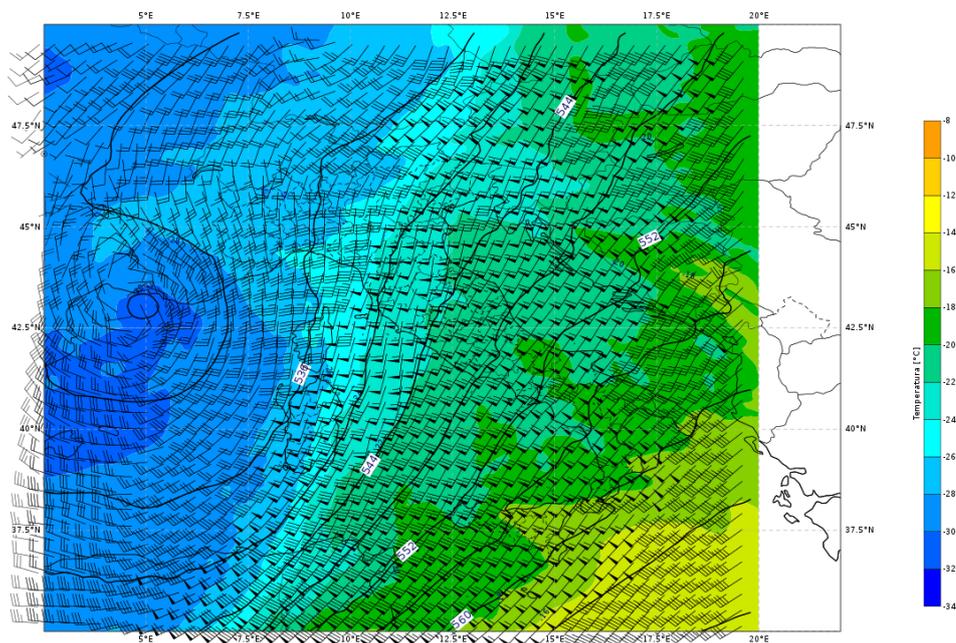
**Figura 2:** Mappe di analisi (da modello IFS-ECMWF) di pressione sul livello del mare e del vento a 10 metri dal suolo del 30-01-2019 ore 12 UTC centrata sull'Italia.



**Figura 3:** Mappe di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 31-01-2019 ore 12 UTC centrata sull'Italia.



**Figura 4: Mappe di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 01-02-2019 ore 12 UTC**

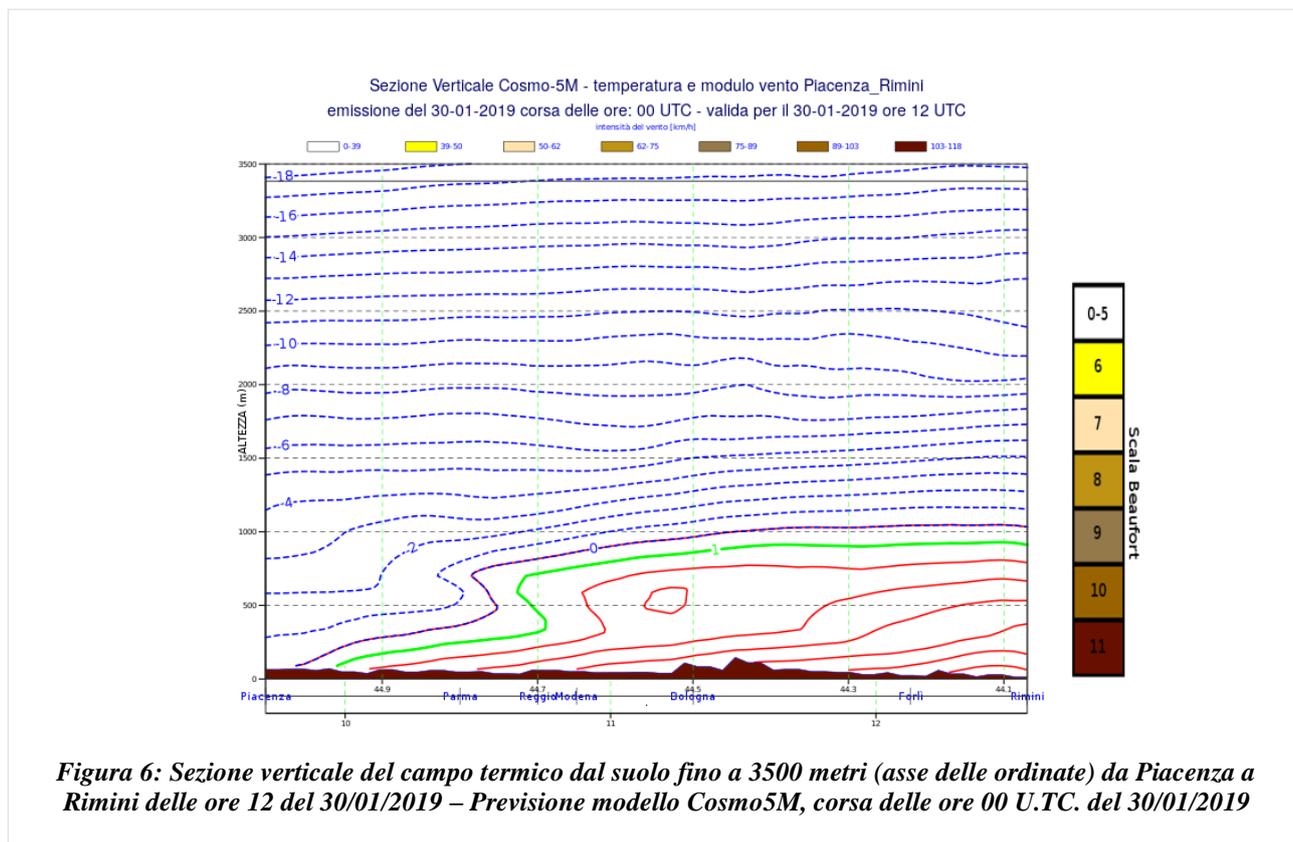


**Figura 5: Mappe di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 02-02-2019 ore 12 UTC centrata sull'Italia.**

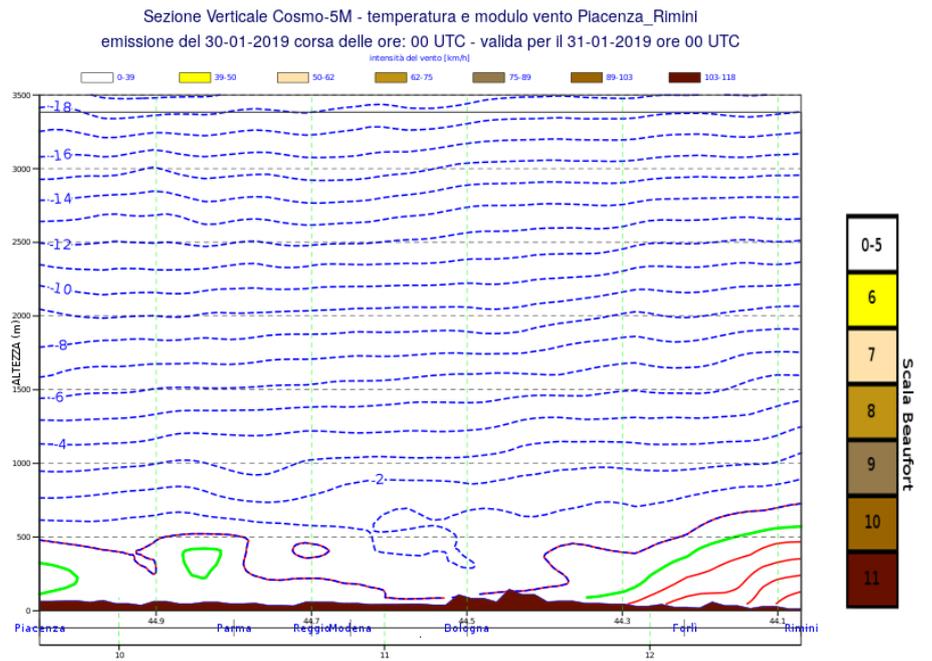
## 2. Analisi meteorologica sull'Emilia-Romagna

Nella giornata del 30 gennaio, il rapido il passaggio dell'onda depressionaria sull'Italia del nord ha determinato precipitazioni diffuse che, ad iniziare dal settore occidentale al mattino, hanno gradualmente interessato l'intero territorio regionale nel corso del pomeriggio. Le precipitazioni si sono mantenute nevose sul settore occidentale nell'intero arco della giornata, mentre sul settore centro-orientale l'afflusso di una massa d'aria più mite proveniente dall'Adriatico ha fatto sì che le precipitazioni abbiano dapprima presentato carattere di pioggia mista a neve, per divenire nevose nel corso della serata, ad esclusione della fascia costiera settentrionale dove l'azione mitigante dell'aria proveniente dal mare ha mantenuto le precipitazioni prevalentemente in forma di pioggia.

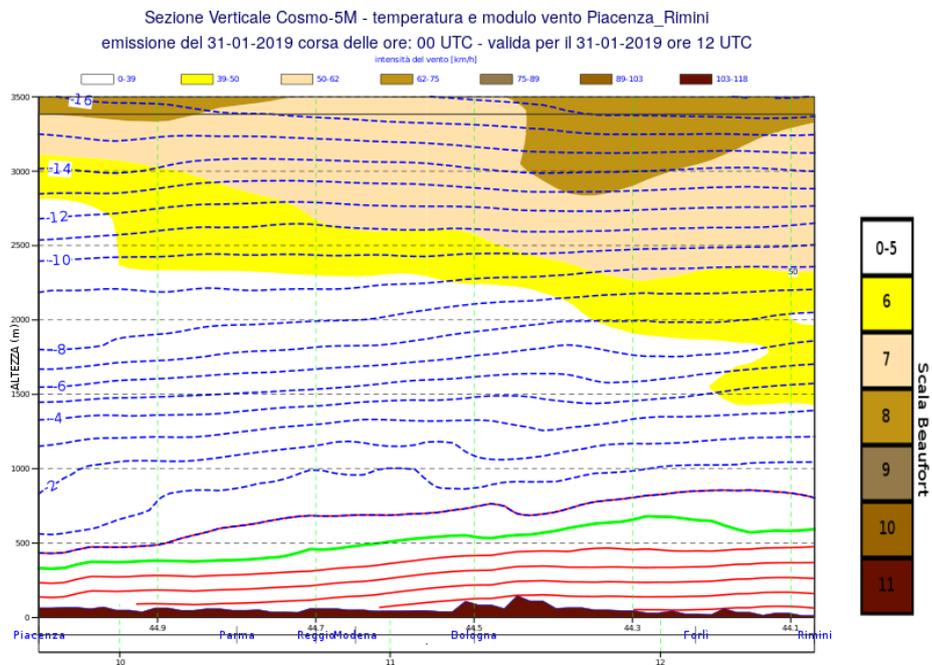
In Figura 6 si può osservare il cuneo di aria calda esteso da Rimini fino a Bologna nel primo pomeriggio, con altezza dello zero termico intorno a 800 metri, in flessione a Reggio-Emilia, e il cuneo di aria fredda localizzato tra Piacenza e Parma, dove l'altezza dello zero termico scende rapidamente ai 200 metri, per portarsi al livello del suolo sul Piacentino. La Figura 7 relativa alle ore 00 UTC del 31 mostra che durante il pomeriggio la massa di aria fredda si è portata verso est, e conseguentemente l'altezza dello zero termico ha raggiunto il livello del suolo sull'Emilia, completamente interessata dalle nevicate anche in pianura.



Nella giornata del 31 gennaio, al seguito del passaggio dell'onda instabile del giorno precedente, si sono verificate deboli precipitazioni in aria fredda che hanno assunto carattere nevoso a quote collinari e sui rilievi, e occasionalmente in pianura, in Figura 8 si nota come l'altezza dello zero termico nel primo pomeriggio si sia lievemente innalzata rispetto la notte precedente, con altezza compresa tra i 300 metri del Piacentino e i 600 metri del settore orientale, limitando alla fascia appenninica le nevicate nella tarda mattinata e nel pomeriggio-sera.

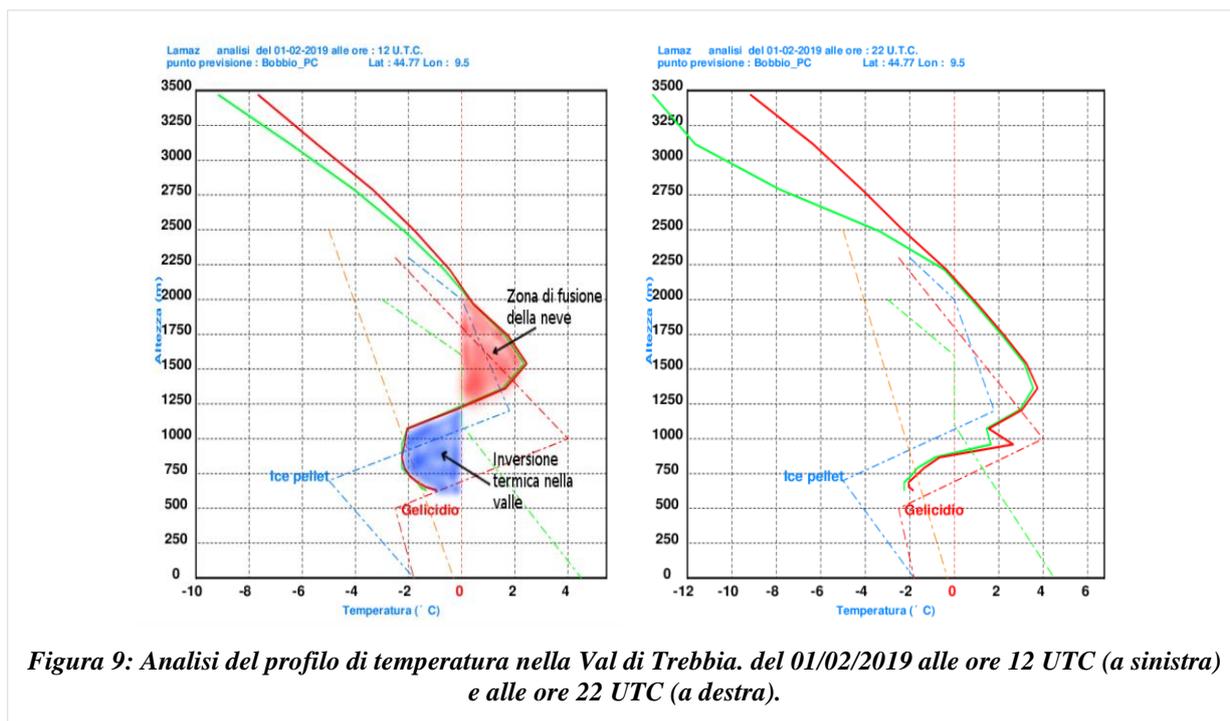


**Figura 7: Sezione verticale del campo termico dal suolo fino a 3500 metri (asse delle ordinate) da Piacenza a Rimini delle ore 00 del 31/01/2019 – Previsione modello Cosmo5M, corsa delle ore 00 UTC del 30/01/2019**



**Figura 8: Sezione verticale del campo termico dal suolo fino a 3500 metri (asse delle ordinate) da Piacenza a Rimini delle ore 12 del 31/01/2019 – Previsione modello Cosmo5M, corsa delle ore 00 UTC del 31/01/2019**

L'1 febbraio la nostra regione è stata interessata correnti di libeccio con avvezione di aria calda e instabile, in scorrimento sul pre-esistente cuscinetto di aria fredda di origine polare che stazionava sulla Valpadana dalle precedenti giornate. L'avvezione calda ha investito il crinale appenninico, innalzando rapidamente le temperature fino a portare l'altezza dello zero termico al disopra dei 2000 metri, causando un parziale scioglimento del manto nevoso accumulato in precedenza e determinando precipitazioni piovose anche sulle cime più alte. Nel corso della giornata le correnti calde sono riuscite a penetrare nella pianura orientale e sulla collina centro-orientale, mentre sulle colline da Piacenza a Modena il ristagno di aria fredda intrappolata nelle vallate più strette ha portato al fenomeno del gelicidio che è perdurato dalle prime ore del mattino dell'1 fino alla notte del 2 febbraio.

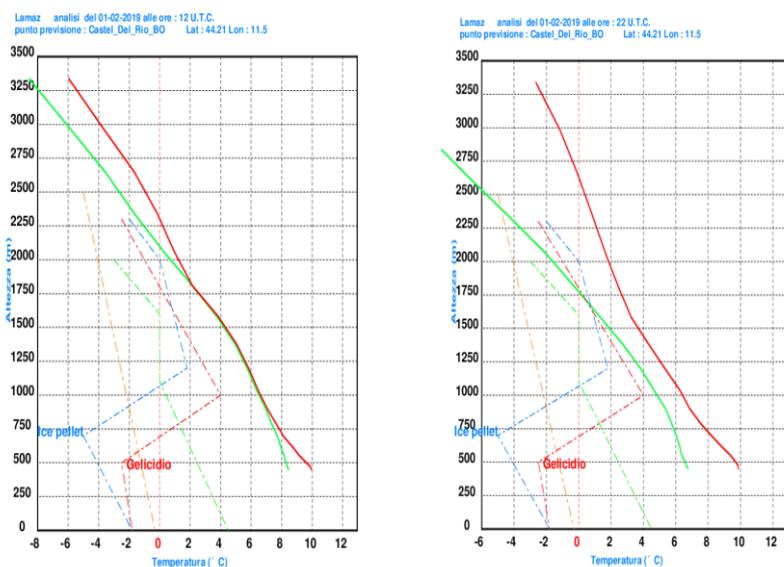


**Figura 9: Analisi del profilo di temperatura nella Val di Trebbia, del 01/02/2019 alle ore 12 UTC (a sinistra) e alle ore 22 UTC (a destra).**

Il grafico in Figura 9 (a sinistra), relativo alle ore 12 UTC del giorno 1 febbraio, evidenzia il profilo termico associato al gelicidio che si stava manifestando su alcune valli dell'Appennino occidentale. Nel grafico la linea spezzata rossa rappresenta l'andamento della temperatura (asse delle ascisse) con la quota (asse delle ordinate), mentre la linea spezzata verde rappresenta analogamente l'andamento della temperatura di rugiada. Il profilo è saturo in presenza di precipitazioni, quindi la linea della temperatura è sovrapposta a quella della temperatura di rugiada.

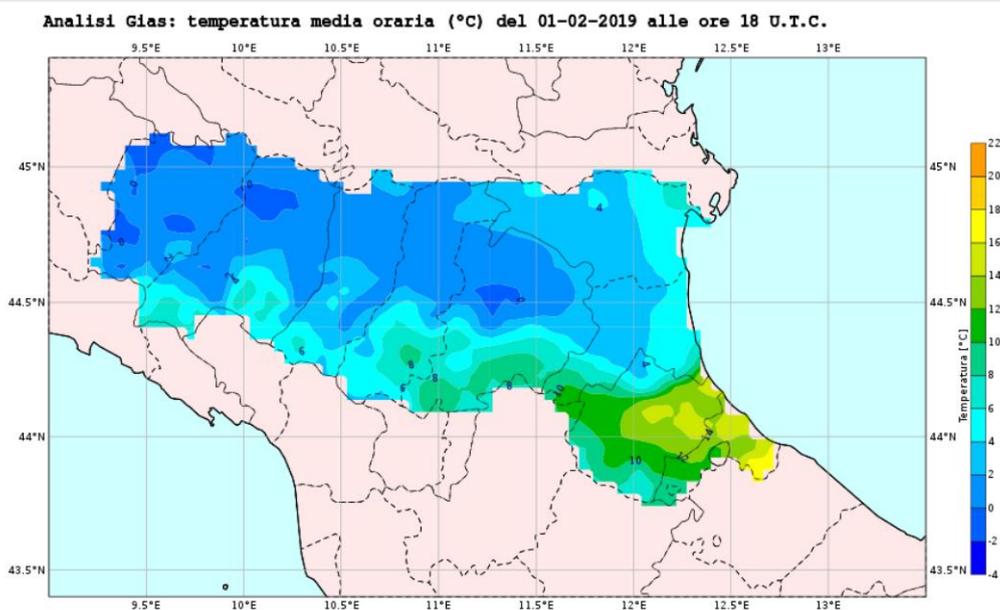
Nello strato compreso tra 2000 e 1250 metri l'avvezione calda associata alle correnti di libeccio in quota ha portato il profilo termico al di sopra dello zero, determinando lo scioglimento della neve, mentre nello strato freddo sottostante, associato al passaggio della massa d'aria polare del giorno 30, le piogge si sono raffreddate fino a raggiungere gli 0 gradi, pur mantenendosi liquide (pioggia sopraffusa), per poi congelare come gelicidio appena raggiunto il suolo. Il fenomeno risulta ancora più evidente alle ore 22 (Figura 9, a destra), per il raffreddamento termico notturno nei bassi strati atmosferici della vallata.

Gli analoghi profili alle 12 e alle 22 UTC sulla vallata del fiume Santerno (Figura 10) evidenziano come tutto il profilo verticale sia positivo, dall'altezza di circa 2700 metri fino al livello di 600 metri, determinando precipitazioni acquose anche in collina.



**Figura 10: Analisi del profilo di temperatura nella Valle del Santerno l'01/02/2019 alle ore 12 e alle ore 22 UTC**

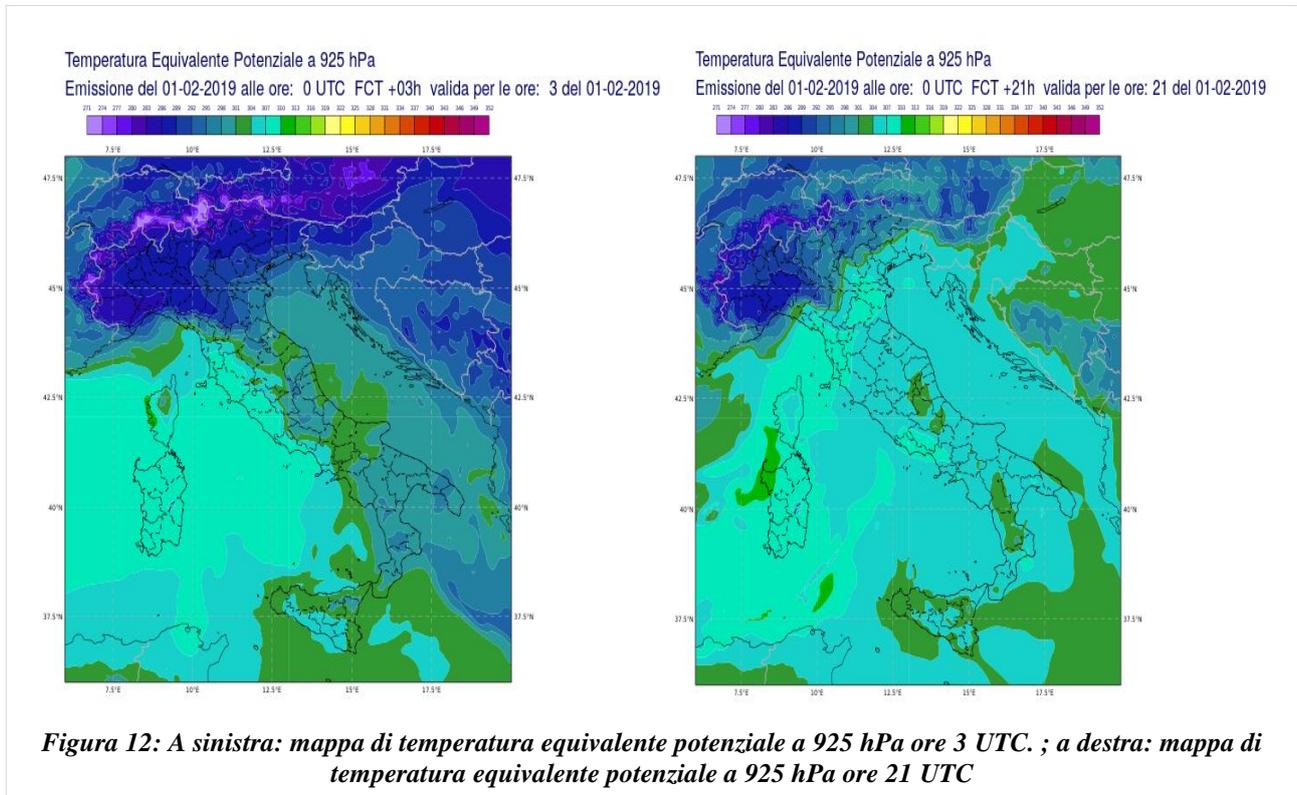
L'analisi della temperatura al suolo delle ore 18 UTC (Figura 11) mostra come tutto il crinale appenninico, ad esclusione del Piacentino, presentasse temperature sensibilmente superiori a 0 gradi, confermando il carattere piovoso delle precipitazioni serali e notturne.



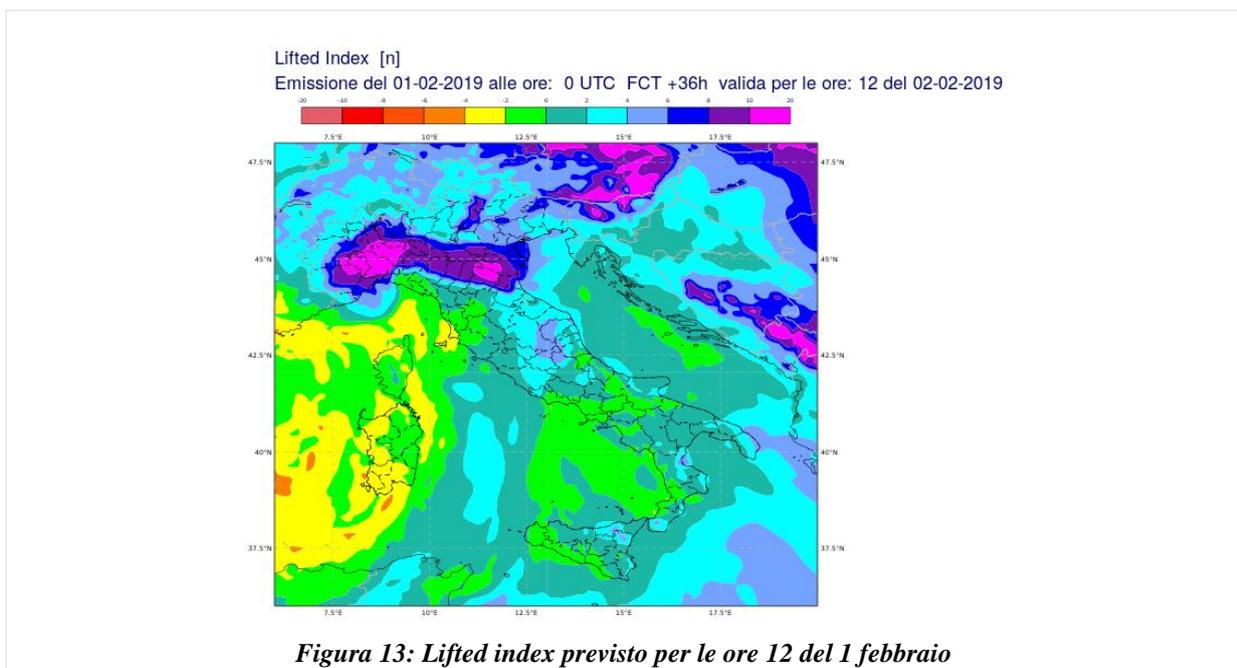
**Figura 11: Analisi della temperatura a due metri dal suolo delle ore 18 T.M.G. Del 01/02/2019**

La Figura 12 rappresenta la temperatura equivalente potenziale a 925 hPa, che evidenzia alle ore 3 UTC (a sinistra) l'afflusso di correnti calde e umide provenienti dal Tirreno che iniziano ad interessare la Toscana, spingendosi verso l'Appennino Tosco-Emiliano, mentre la Figura 12 a destra testimonia la presenza di aria fredda stagnante sull'Italia nord-occidentale, che si estende fino al basso Appennino di Parma e Piacenza, delimitata dall'area colorata nei toni di blu scuro, mentre il

crinale appenninico ed il settore centro-orientale della regione sono completamente interessati dall'aria calda e umida evidenziata dall'area colorata di verde turchese e azzurro chiaro; l'isolinea color verde bandiera delimita il confine tra le due differenti masse d'aria.

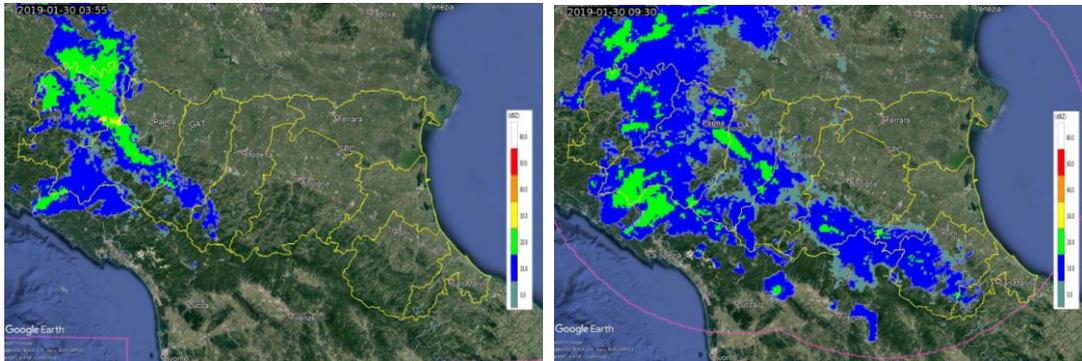


La mappa in Figura 13 presenta i valori previsti di *lifted index*, significativi di instabilità convettiva; considerando il periodo invernale al quale si riferiscono, attesta il carattere di rovescio che hanno assunto le precipitazioni sul crinale appenninico.



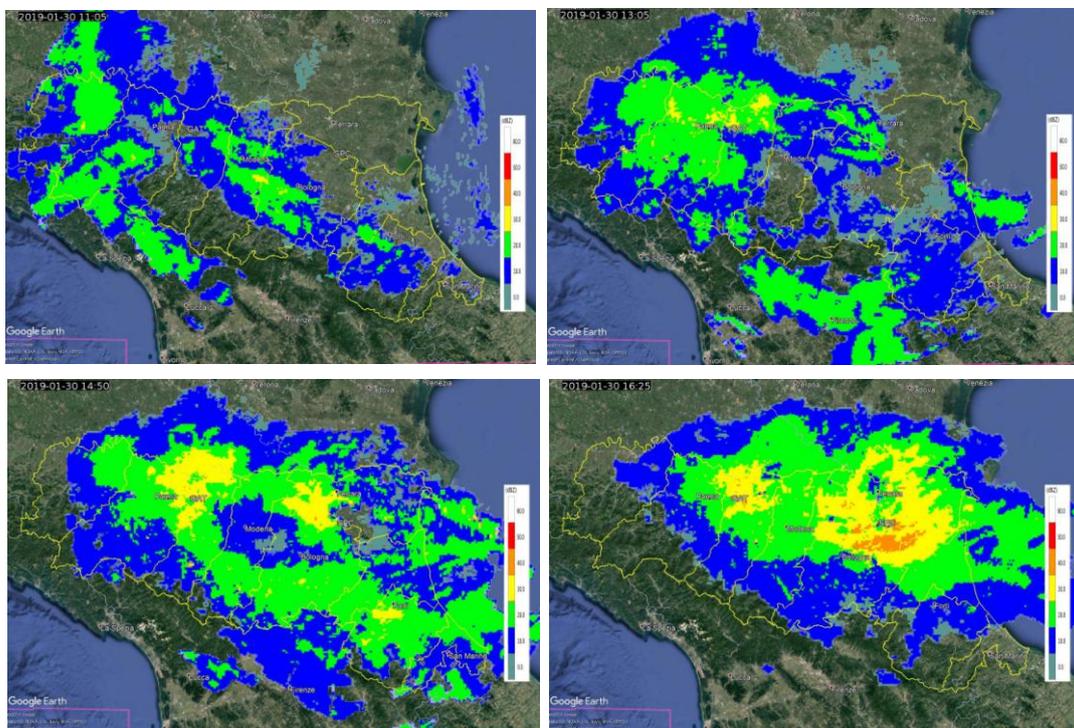
### 3. Analisi dell'evoluzione alla mesoscala sull'Emilia-Romagna

Le prime precipitazioni investono, a partire dalla prima mattina del giorno 30 gennaio, da sud-ovest la Regione, interessando prima il Piacentino e Parmense e la zona appenninica (Figura 14).



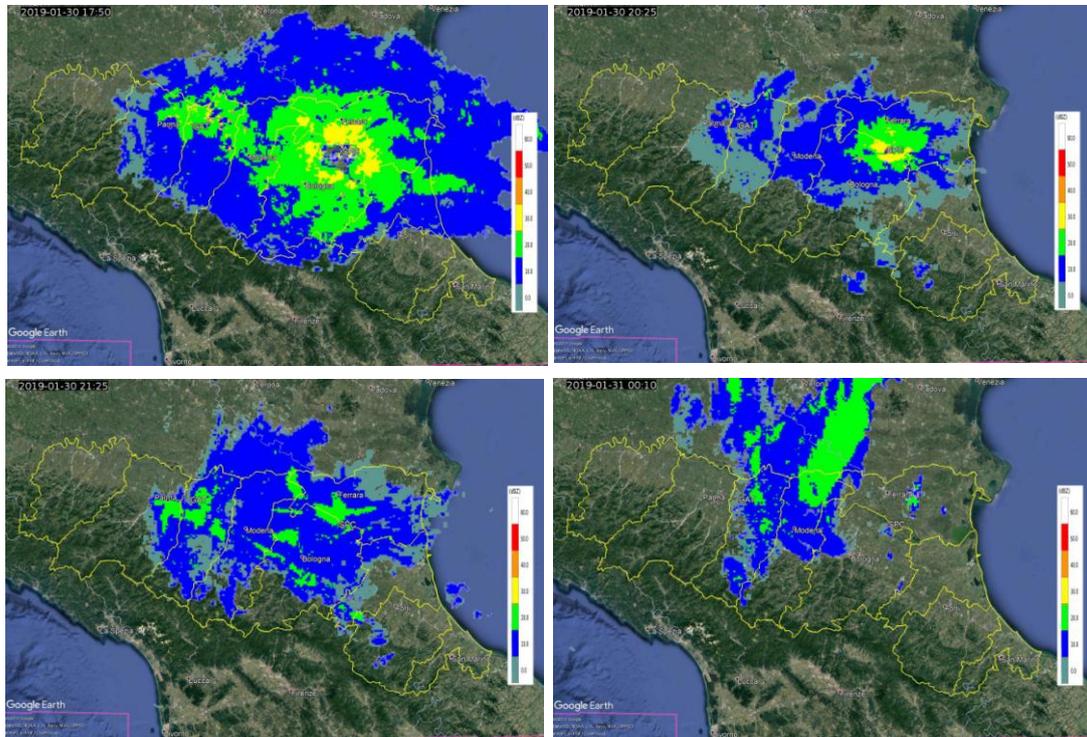
*Figura 14: Mappe di riflettività radar del 30/01/2019 alle 03:55 UTC (a sinistra) ed alle 09:30 UTC (a destra).*

Nel corso della giornata le precipitazioni, in movimento verso nord-est, si estendono alla pianura centro-orientale (Figura 15), dove inizialmente si presentano ancora liquide, come si può dedurre dalla colorazione prevalentemente verde-gialla, che indica un valore di riflettività compatibile con la precipitazione piovosa o al massimo mista, mentre il colore blu scuro, indicativo di bassa riflettività, tipica di precipitazione ghiacciata, si osserva sull'Appennino.



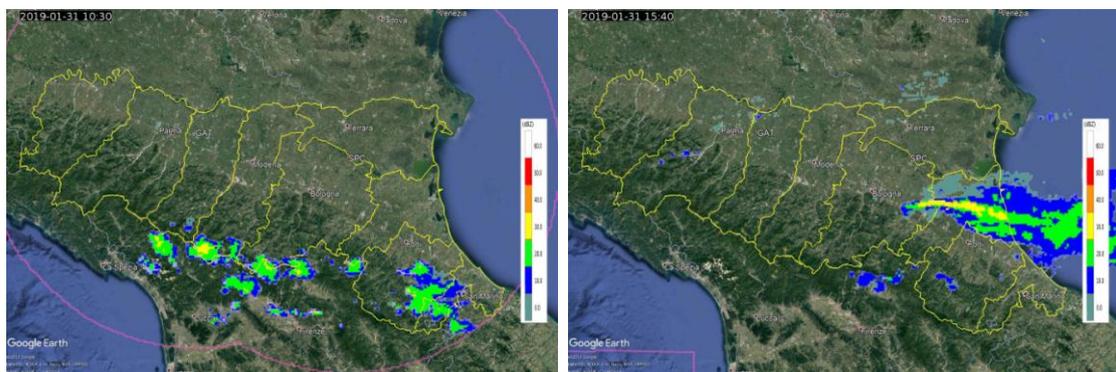
*Figura 15: Mappe di riflettività radar del 30/01/2019 alle 11:05 UTC (in alto a sinistra), alle 13:05 UTC (in alto a destra), alle 14:50 UTC (in basso a sinistra) ed alle 16:25 UTC (in basso a destra).*

Le precipitazioni permangono dal Parmense fino alla costa anche per la seconda parte del giorno 30, assumendo sempre più carattere nevoso: come è possibile osservare nella Figura 16 infatti, la riflettività mostra valori via via più bassi, anche a causa dello strato nevoso che si deposita sui due strumenti, causando una progressiva attenuazione del segnale.



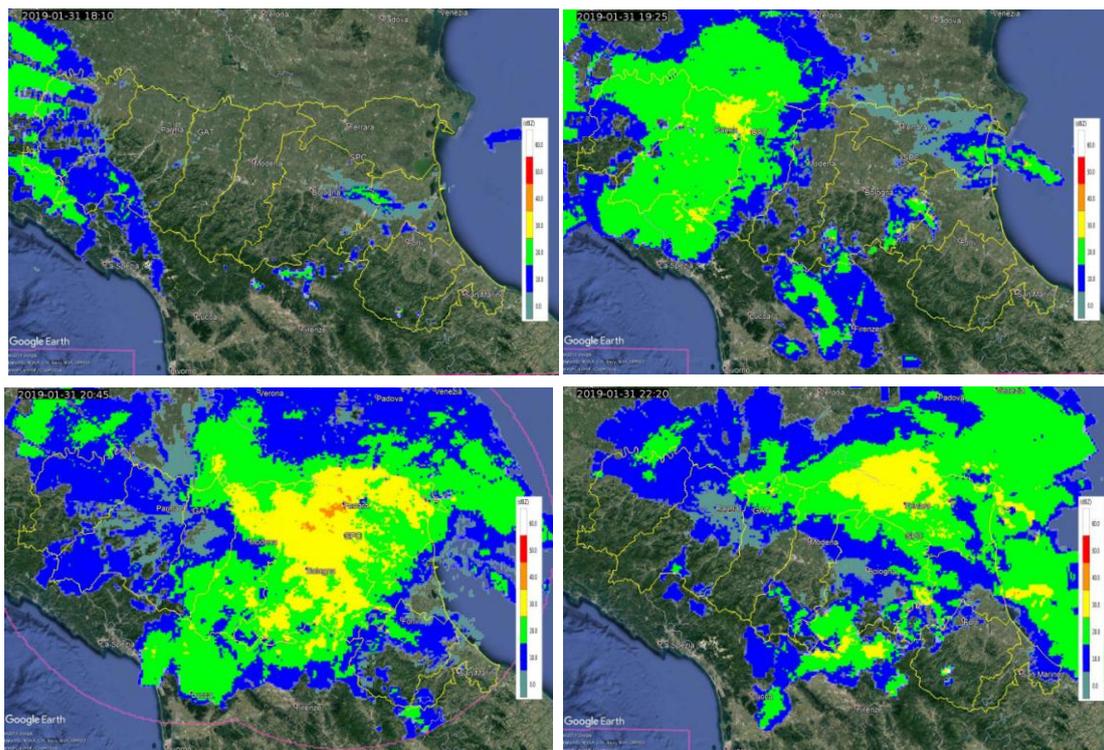
**Figura 16:** Mappe di riflettività radar del 30/01/2019 alle 17:50 UTC (in alto a sinistra), alle 20:25 UTC (in alto a destra) del 30/01/2019 alle 21:25 UTC (in basso a sinistra) e del 31/01/2019 alle 00:10 UTC (in basso a destra).

Nelle ore centrali del 31 gennaio, una serie di fenomeni localizzati interessa dapprima la zona appenninica per poi spostarsi verso la pianura centro-orientale (Figura 17). Successivamente una linea di precipitazione moderata interessa il Ravennate e marginalmente il Bolognese e Forlivese



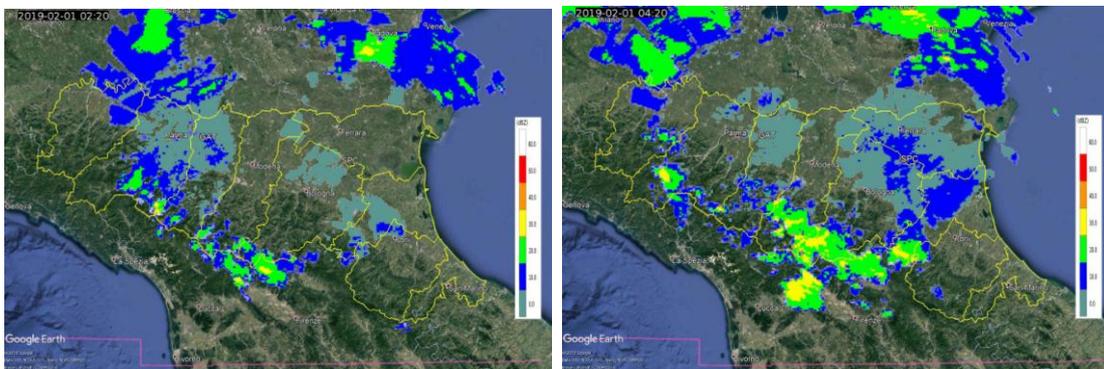
**Figura 17:** Mappe di riflettività radar del 31/01/2019 alle 10:30 UTC (a sinistra) e alle 15:40 UTC (in basso)

Dalla serata del 31 un esteso sistema investe da ovest la regione, portando diffuse precipitazioni dalla parte occidentale fino alla costa (Figura 18).



**Figura 18:** Mappe di riflettività radar del 31/01/2019 alle 18:10 UTC (in alto a sinistra), alle 19:25 UTC (in alto a destra), alle 20:45 UTC (in basso a sinistra) e alle 22:20 UTC (in basso a destra).

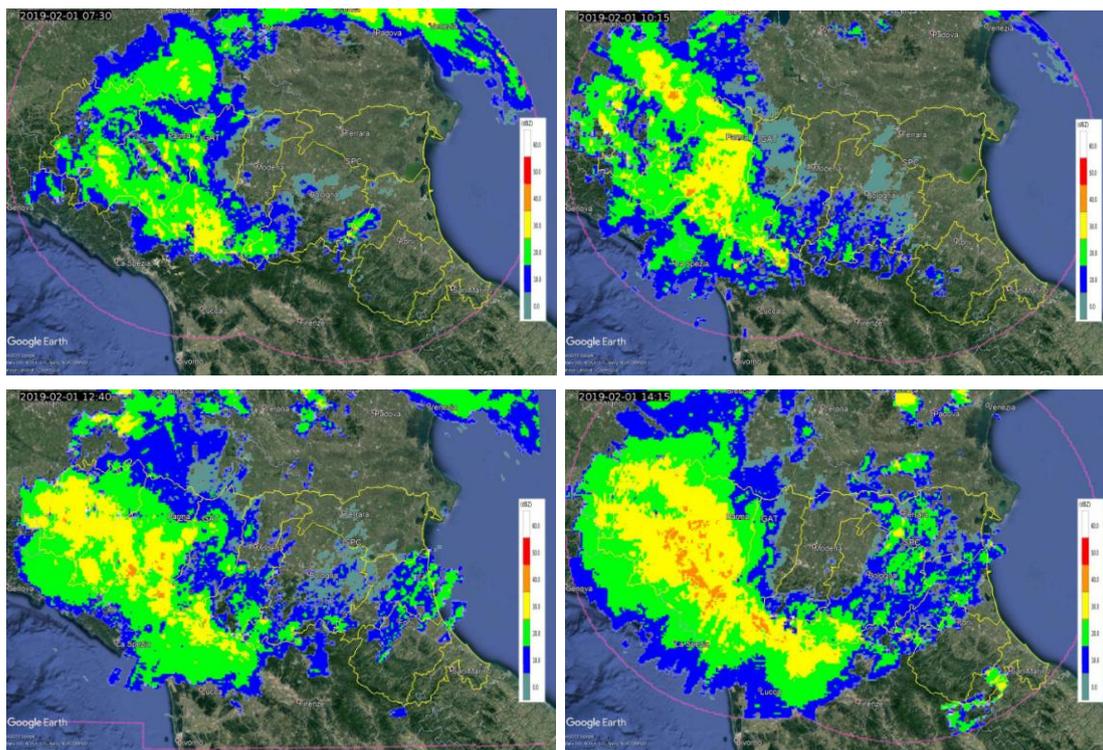
Nelle prime ore del 1 febbraio, si verificano delle deboli precipitazioni prevalentemente sui rilievi.



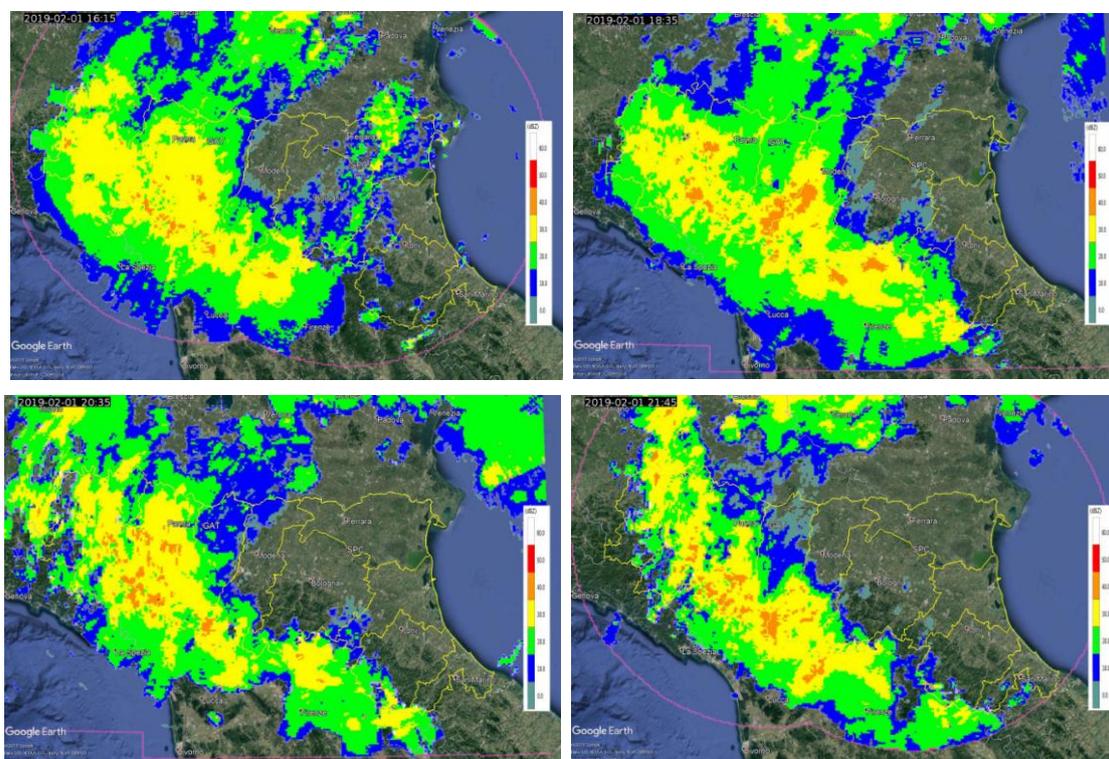
**Figura 19:** Mappe di riflettività radar del 01/02/2019 alle 02:20 UTC (a sinistra) e alle 04:20 UTC (a destra).

Dalla mattina dell'1 febbraio, un intenso sistema interessa il settore centro-occidentale della Regione, dove staziona per molte ore, provocando, insieme allo scioglimento del manto nevoso per il transitorio aumento di temperatura in collina, forti quantitativi di precipitazione (Figura 20).

Le precipitazioni insistono sul settore centro-occidentale, con estensione anche all'Appennino orientale per il resto del giorno 1 febbraio (Figura 21).

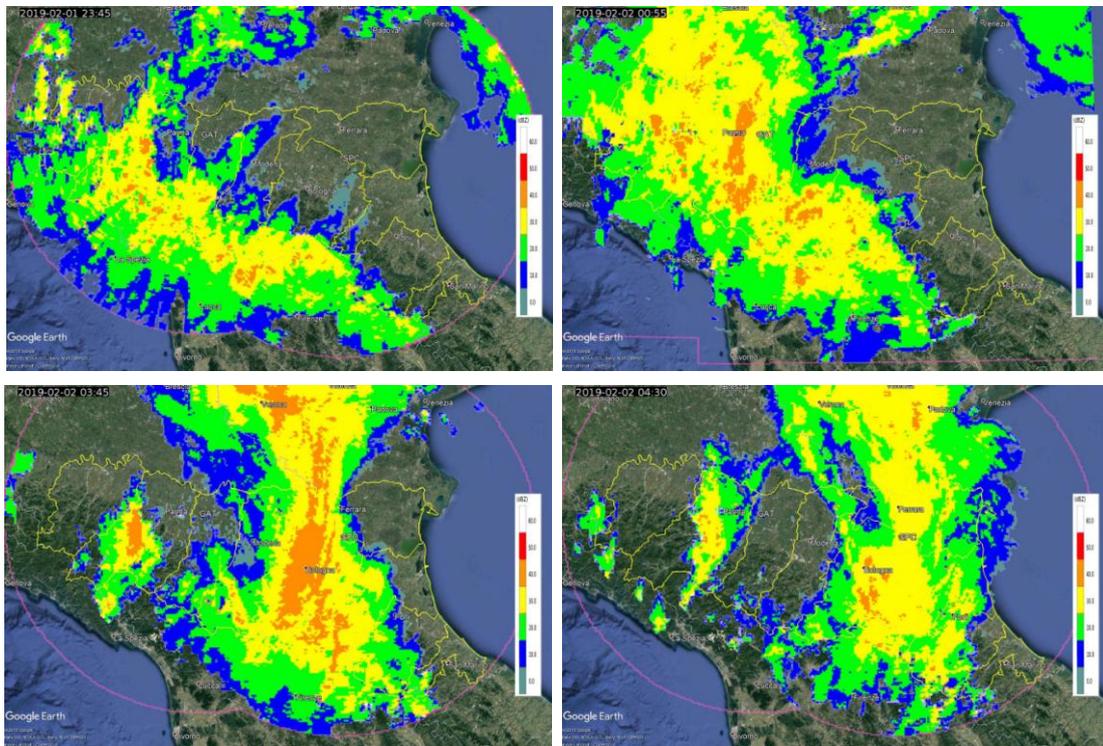


**Figura 20:** Mappe di riflettività radar del 01/02/2019 alle 07:30 UTC (in alto a sinistra), alle 10:15 UTC (in alto a destra), alle 12:40 UTC (in basso a sinistra) e alle 14:15 UTC (in basso a destra).



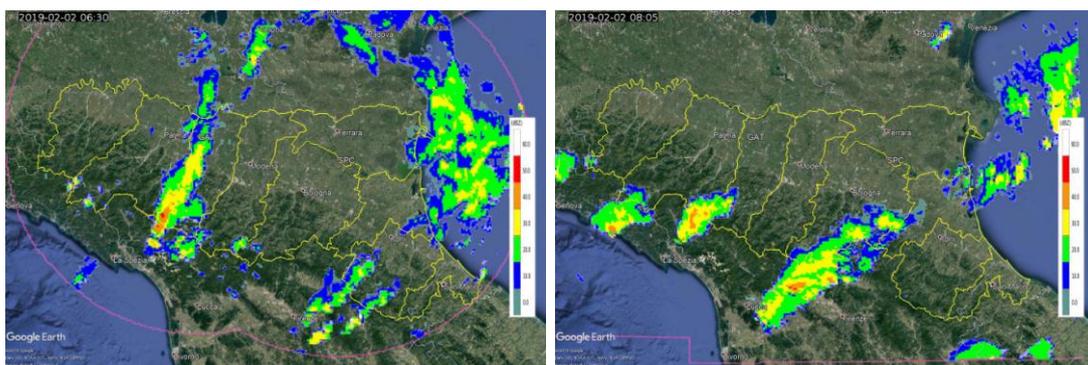
**Figura 21:** Mappe di riflettività radar del 01/02/2019 alle 16:15 UTC (in alto a sinistra) e alle 18:35 UTC (in alto a destra), del 01/02/2019 alle 20:35 UTC (in basso a sinistra) e alle 21:45 UTC (in basso a destra).

Nelle prime ore del giorno 2 febbraio, le precipitazioni attraversano la Regione da ovest, portando intensi fenomeni anche sulla pianura centro-orientale fino alla costa. Un sistema di minore estensione interessa, inoltre, il Parmense (Figura 22).



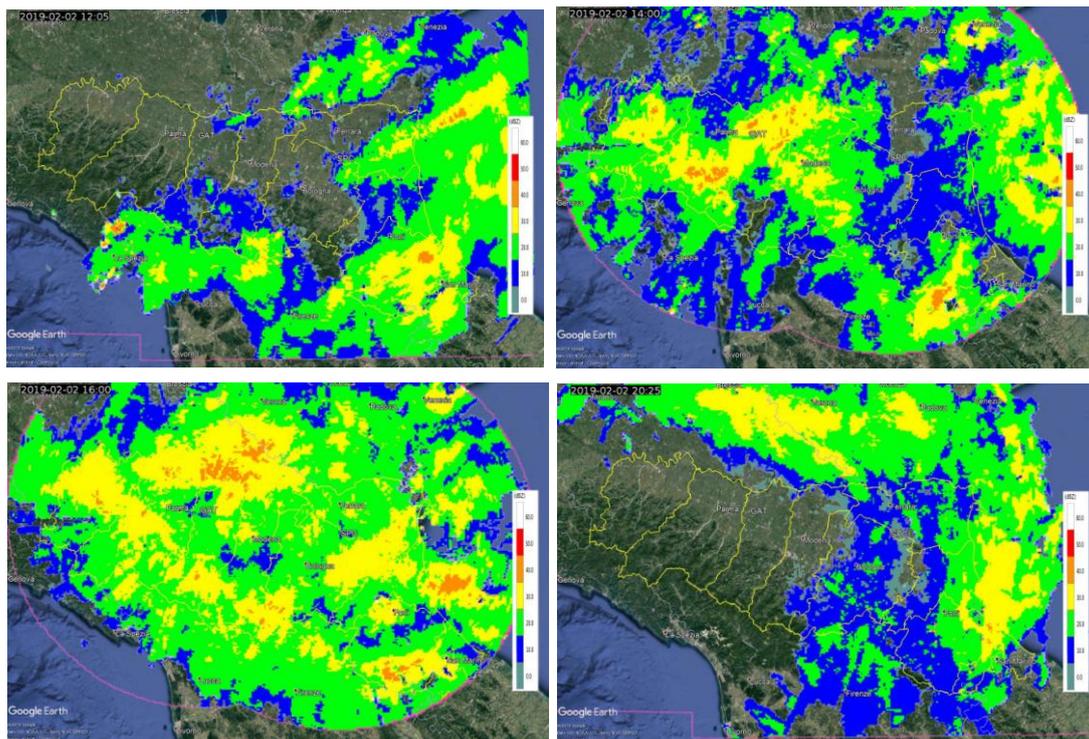
**Figura 22:** Mappe di riflettività radar del 01/02/2019 alle 23:45 UTC (in alto a sinistra), del 02/02/2019 alle 00:55 UTC (in alto a destra), alle 03:45 UTC (in basso a sinistra) e alle 04:30 UTC (in basso a destra).

Sistemi isolati, ma di notevole intensità, interessano il settore appenninico Parmense e Bolognese nella prima mattina del 2 febbraio (Figura 23).



**Figura 23:** Mappe di riflettività radar del 02/02/2019 alle 06:30 UTC (a sinistra) e alle 08:05 UTC (a destra).

Successivamente un nuovo sistema proveniente da sud interessa dapprima il settore centro-orientale e si estende poi a tutto il territorio regionale. Dalla sera le precipitazioni interessano di nuovo prevalentemente il settore orientale (Figura 24). Precipitazioni residue, inoltre, si verificano il giorno seguente, domenica 3 febbraio.



*Figura 24. Mappe di riflettività radar del 02/02/2019 alle 12:05 UTC (in alto a sinistra), alle 14:00 UTC (in alto a destra), alle 16:00 UTC (in basso a sinistra) e alle 20:25 UTC (in basso a destra).*

#### 4. Effetti connessi al gelicidio

Come precedentemente illustrato, la presenza di un'avvezione calda sull'Appennino ha portato ad un brusco innalzamento delle temperature in quota, che oltre a causare un significativo scioglimento del manto nevoso, ha comportato il fenomeno del gelicidio nelle valli che presentavano una conformazione tale da mantenere un ristagno di aria fredda "intrappolata" negli strati adiacenti il suolo. Il fenomeno, che si verifica in presenza di precipitazioni liquide che congelano solo vicino al suolo, ha interessato la parte centro-occidentale della regione, dal Piacentino al Modenese, situazione che è perdurata dalle prime ore del mattino del 1 alla notte del 2 febbraio.

Nel Piacentino si sono verificati disagi soprattutto nelle alte valli. Un blackout nella notte di venerdì ha colpito la zona della Valboreca e dell'alta Valnure. L'intervento dei tecnici per il guasto è stato rallentato dalle pessime condizioni delle strade. Decine gli interventi per liberare alcune provinciali da rami e alberi crollati sotto il peso della pioggia ghiacciata: al lavoro le squadre dei Vigili del Fuoco e della protezione civile. Il 118 e la polizia locale si sono invece occupati di alcune auto finite fuori strada a causa del ghiaccio.



*Figura 25. Il gelicidio nella provincia di Piacenza (in alto a sinistra, da “Libertà Piacenza”) e nella zona tra Bettola e Morfasso a circa 600 m di quota (da “piacenzasera.it”).*

Gelicidio segnalato anche in Val Ceno, nel Parmense. Problemi a causa del ghiaccio nelle strade anche nel Modenese, ad esempio nella zona del Pavullo nel Frignano e in direzione di Serramazzoni.



*Figura 26: Il Gelicidio a Sestola (MO), foto di Francesco Ghirardi da ER-meteo.*

## 5. Analisi della neve e degli effetti al suolo connessi

Le diffuse precipitazioni del 30 gennaio, che ad iniziare da ovest hanno gradualmente interessato l'intero territorio regionale, si sono mantenute nevose sul settore occidentale nell'intero arco della giornata, mentre sul settore centro-orientale la presenza di una massa d'aria più mite ha fatto sì che avessero dapprima carattere di pioggia mista a neve, per divenire nevose nel corso della serata, ad esclusione, almeno in parte, della fascia costiera.

Le nevicatae più intense si sono verificate nelle località dell'Appennino, con accumuli nevosi di circa 15-20 cm, ma anche nelle pianure e nei capoluoghi di provincia emiliani da Piacenza a Bologna, con accumuli inferiori ai 10 cm. Alcune immagini della nevicata che ha interessato la Provincia di Bologna nella tarda serata del 30 gennaio sono mostrate in Figura 27 mentre la neve su Modena, Reggio Emilia, Parma e Piacenza è mostrata in Figura 28.



*Figura 27. Immagini della nevicata nella Provincia di Bologna. In alto: a Bologna (foto Miria Celano), in basso a sinistra: a Bazzano (foto Simone Cantergiani) e in basso a destra: a San Matteo della Decima (foto Cesare Govoni).*



**Figura 28: Immagini della neve a Modena (in alto a sinistra, dalla webcam dell'Osservatorio Geofisico), a Reggio Emilia (in alto a destra, da "Il Resto del Carlino"), a Parma (in basso a sinistra, da "Parma Today") e a Piacenza (in basso a destra, da "piacenzasera.it").**

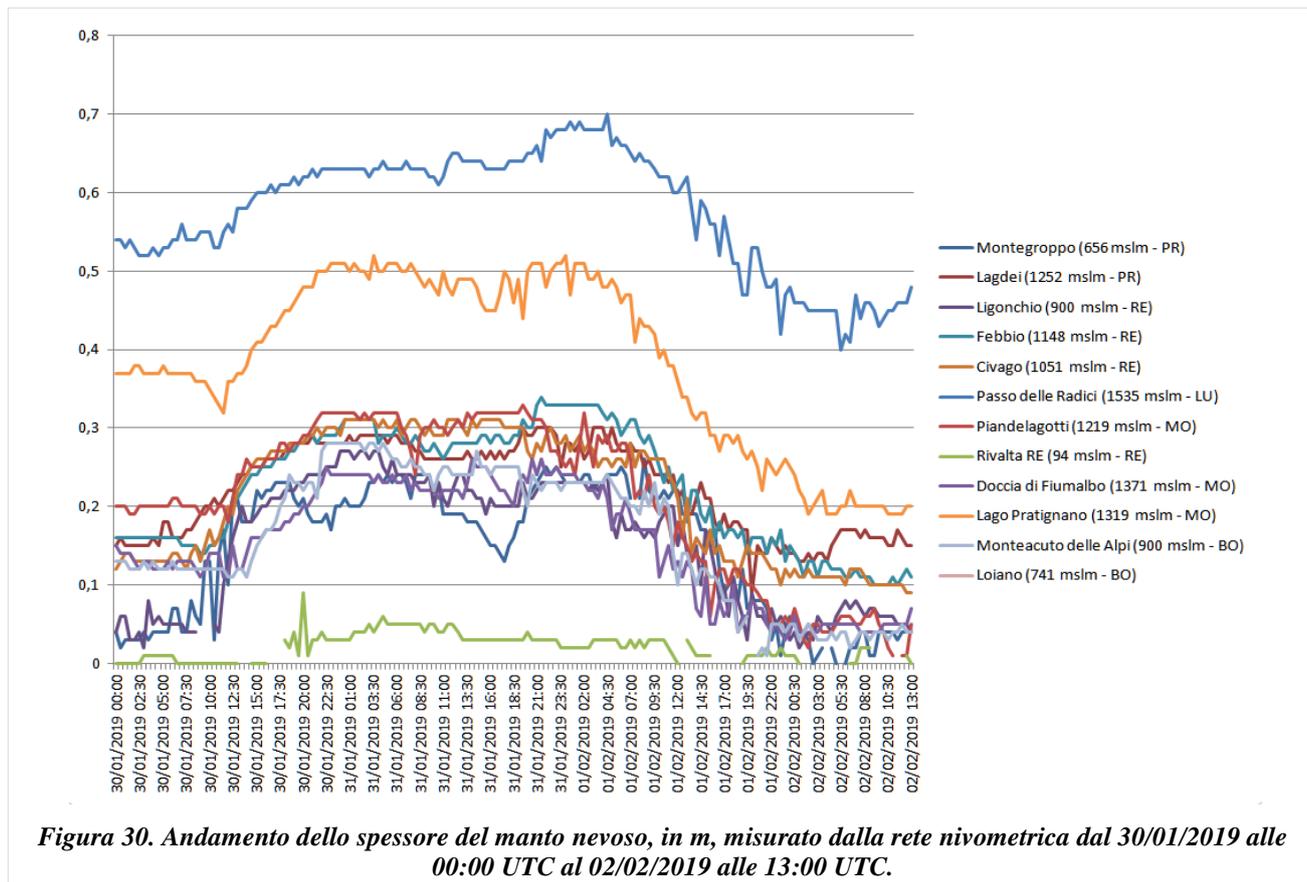
Deboli nevicate si sono verificate anche nel lato orientale della Regione: tra Bologna e Castel San Pietro e a Faenza; fiocchi segnalati anche a Cesenatico e Comacchio (Figura 29). Anche il giorno 31 si sono verificate deboli precipitazioni, che hanno assunto carattere nevoso a quote collinari e sui rilievi e occasionalmente in pianura.



**Figura 29. Flocchi di neve a Comacchio (frammento del video di Matteo Zanni da ER-Meteo, a sinistra) e a Cesenatico (frammento del video di Maicol Zamara da ER-Meteo, a destra)**

L'aumento delle temperature e le intense precipitazioni verificatesi il 1° febbraio, hanno comportato il rapido scioglimento del manto nevoso caduto al suolo nei due giorni precedenti.

Lo spessore del manto nevoso misurato dalle stazioni nivometriche (Figura 30) evidenzia infatti un aumento di 15-20 cm di neve fresca nella collina di Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna (e valori inferiori a 10 cm nella pianura reggiana) a partire dalla seconda parte del 30 gennaio fino al 31 gennaio, con valori anche superiori nelle zone di crinale, mentre il giorno 1 febbraio è ben visibile il successivo scioglimento dell'accumulo nevoso.



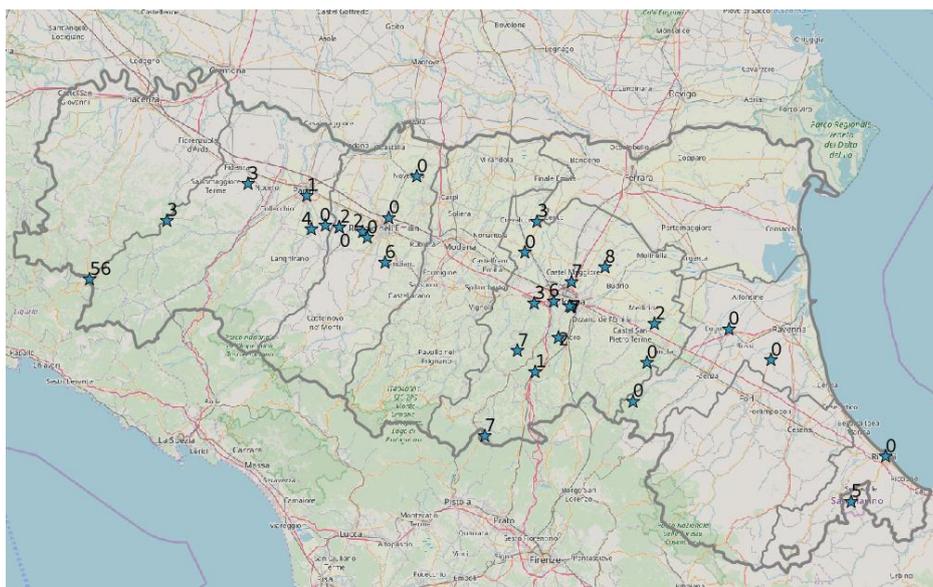
Le osservazioni nivometriche effettuate dall'arma dei Carabinieri Forestali il giorno 30 e il 31 gennaio sono riportate rispettivamente nella Tabella 1 e nella Tabella 2

I dati misurati dagli Osservatori Volontari, che collaborano con la Struttura Idro-Meteo-Clima, permettono di dare una valutazione aggiuntiva dello spessore del manto nevoso attraverso acquisizioni di tali ad orari differenti e più volte nella giornata (i dati presenti per l'evento sono consultabili sul sito <http://rmap.cc/>). Nelle Figure dello spessore del manto nevoso sono stati riportati i valori massimi misurati dagli osservatori il 30 e 31 gennaio.

Le osservazioni nel loro complesso mostrano, il giorno 30 gennaio, accumuli di di neve fresca fino ai 15 cm nella collina del Piacentino, 3-6 cm nella pianura occidentale e leggermente più elevati (3-8 cm) sul Bolognese. Assenza di accumuli sulla Romagna.

**Tabella 1: Rilievi effettuati dai Carabinieri Forestali (spessori > 5 cm) il 30 gennaio 2019**

Ora	Prov	Comune	H neve Fresca (cm)	Quota (m s.l.m.)	H neve totale al suolo (cm)
10:57	BO	LIZZANO IN BELVEDERE	5	1561	47
16:18	BO	LIZZANO IN BELVEDERE	10	1514	57
16:52	FC	ROCCA SAN CASCIANO	5	623	20
17:41	PR	BARDI	12	605	12
17:00	PR	BORGO VAL DI TARO	10	926	10
17:04	PR	BORGO VAL DI TARO	10	862	10
10:57	PR	MONCHIO DELLE CORTI	5	769	5
11:03	PR	VALMOZZOLA	5	625	5
15:28	PC	BETTOLA	10	310	10
15:31	PC	BETTOLA	10	310	10
09:47	PC	PIANELLO VAL TIDONE	5	181	5
12:01	PC	PIANELLO VAL TIDONE	6	179	6
15:59	PC	PONTE DELL'OLIO	10	170	10
17:41	PC	VIGOLZONE	15	258	15
14:35	RE	VILLA MINOZZO	8	1096	25

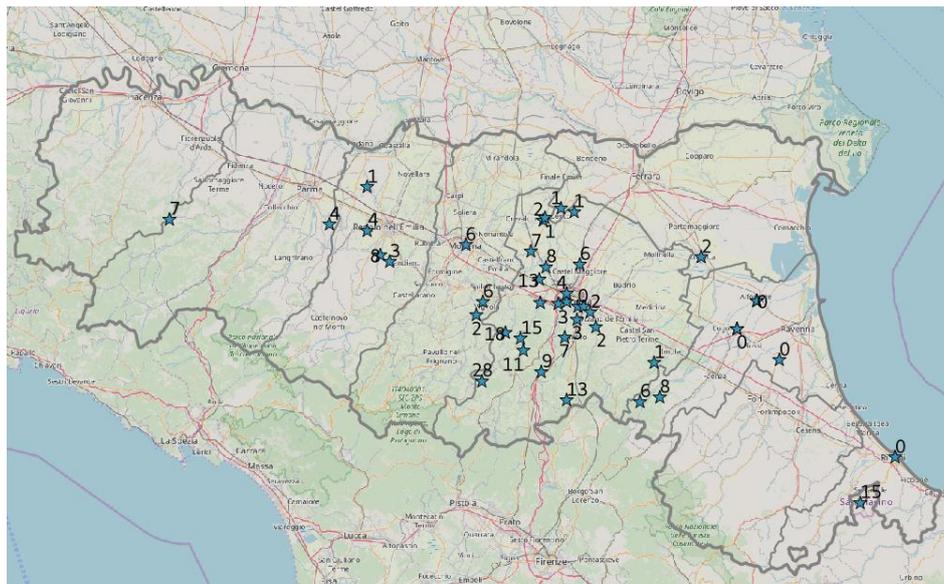


**Figura 31. Spessore massimo del manto nevoso(cm) del 30/01/2019 misurato dagli osservatori volontari.**

Il giorno 31 gennaio invece è la Provincia di Forlì-Cesena a registrare valori più elevati di 18-21 cm oltre i 1000 metri. I dati degli osservatori riportano accumuli massimi di 1-4 cm nella pianura di Parma e Reggio Emilia, valori più elevati fino a 8-13 cm nella pianura Bolognese e solo 2 cm, nel Ferrarese; assenza di accumuli in Romagna e valori sui 15-18 cm a quote collinari, fino a 28 cm in montagna.

*Tabella 2 : Rilievi effettuati dai Carabinieri Forestali (spessori > 5 cm) del 31 gennaio 2019*

<b>Ora</b>	<b>Prov</b>	<b>Comune</b>	<b>H neve Fresca (cm)</b>	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>H neve totale al suolo (cm)</b>
11:02	BO	CAMUGNANO	12	904	15
10:22	BO	CASTEL DI CASIO	5	544	5
07:31	BO	CASTIGLIONE DEI PEPOLI	5	671	5
12:09	BO	GAGGIO MONTANO	5	610	5
07:47	BO	SAN BENEDETTO VAL DI SAMBRO	6	574	6
11:52	BO	SAVIGNO	10	251	10
08:01	FC	BAGNO DI ROMAGNA	10	757	15
09:34	FC	BAGNO DI ROMAGNA	5	547	6
09:53	FC	BAGNO DI ROMAGNA	7	665	8
07:21	FC	PREMILCUORE	10	523	10
07:21	FC	SANTA SOFIA	5	266	5
12:06	FC	SANTA SOFIA	10	509	15
14:09	FC	SANTA SOFIA	8	1456	50
15:05	FC	SANTA SOFIA	18	1147	44
18:13	FC	SANTA SOFIA	18	1147	50
18:24	FC	SANTA SOFIA	21	1130	45
12:57	FC	TREDOZIO	6	357	6
09:25	FC	VERGHERETO	16	1341	55
06:39	MO	SESTOLA	10	576	13
06:52	MO	SESTOLA	10	953	26
06:53	MO	SESTOLA	10	953	26
13:04	MO	SESTOLA	13	937	27
08:07	MO	ZOCCA	10	814	20
09:27	PC	BOBBIO	7	811	11
11:24	RE	BUSANA	11	948	13
11:25	RE	BUSANA	11	947	13
11:38	RE	BUSANA	10	823	12
11:38	RE	CARPINETI	10	565	10
09:33	RE	CASALGRANDE	5	56	5
08:59	RE	VIANO	5	223	5



**Figura 32.: Spessore massimo del manto nevoso(cm) del 31/01/2019 misurato dagli osservatori volontari.**

Alcune foto delle nevicate scattate dai Carabinieri forestali durante i rilievi sono mostrate in Figura 33 e Figura 34. Immagini delle nevicate nel Bolognese da parte degli osservatori volontari sono riportate in Figura 35.



**Figura 33. 30/01/2019. Foto dei Carabinieri Forestali a Lizzano in Belvedere (BO), in alto a sinistra, Pianello Val Tidone (PC), in alto a destra, Rocca San Casciano (FC), in basso a sinistra, Borgo Val di Taro (PR), in basso a destra.**



**Figura 34.** 31/01/2019. Foto dei Carabinieri Forestali a Brisighella (RA), in alto a sinistra, Camugnano (BO), in alto a destra, Montefiorino (MO), in basso a sinistra, Busana (RE) in basso a destra.



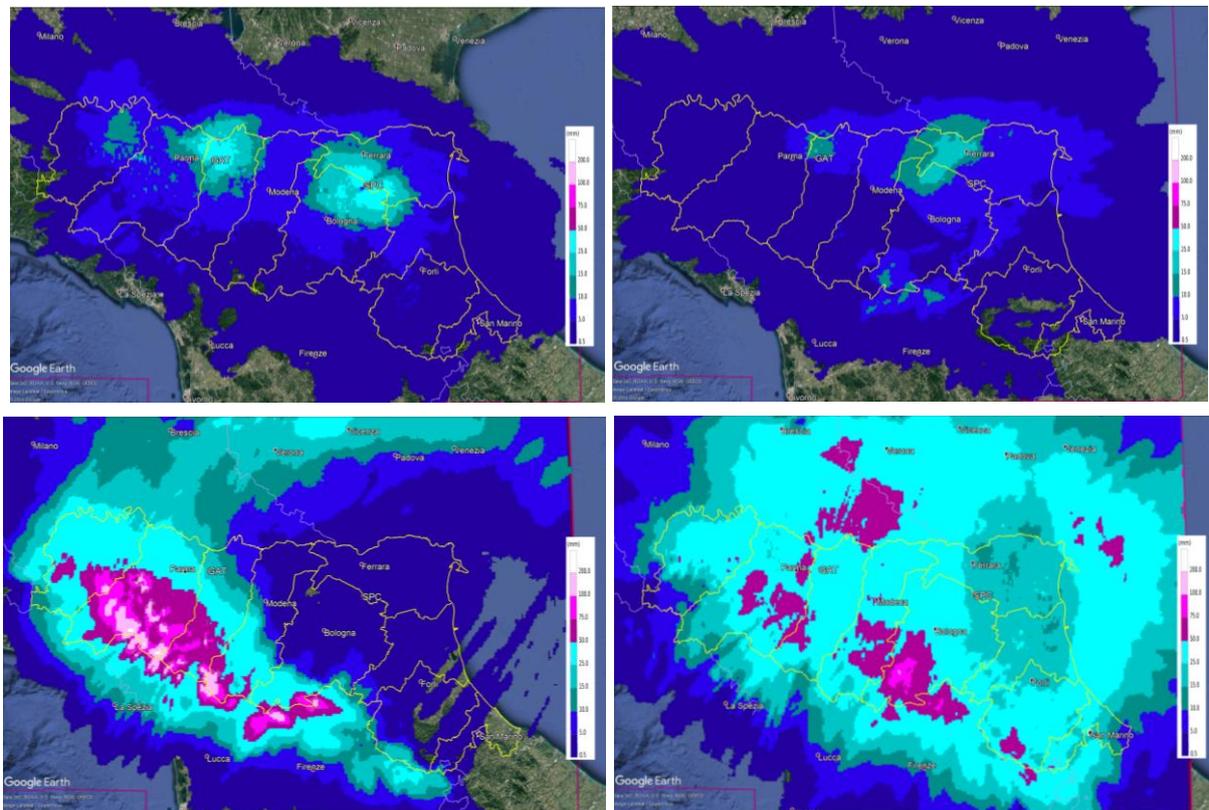
**Figura 35.** Foto delle nevicate sul Bolognese effettuate dagli osservatori volontari. In alto a sinistra: Bologna, in alto a destra: Castelmaggiore, in basso a sinistra: Anzola Emilia e in basso a destra: Budrio.

## 6. Analisi della precipitazione cumulata sull'Emilia-Romagna

Sintetizzando i dati di precipitazione dell'evento meteorologico complessivo descritto nei precedenti paragrafi, al fine degli effetti nella formazione delle piene è possibile individuare una prima fase dal 30 al 31 gennaio, caratterizzata da precipitazioni deboli e/o a carattere nevoso, descritta nel § 5.

La seconda fase dell'evento, dall'1 al 2 febbraio, è stata invece caratterizzata da piogge intense sul crinale appenninico centro-occidentale, che hanno generato la fase di concentrazione dei deflussi sui fiumi appenninici affluenti di destra del Po e sul fiume Reno, che partivano da condizioni iniziali di terreni saturi, dovute al rapido scioglimento delle precipitazioni nevose dei due giorni precedenti, descritto nel § 5.

Le cumulate su 24 ore da radar sul territorio regionale, illustrate in Figura 36, mostrano le precipitazioni deboli e/o a carattere nevoso (a cui corrisponde un'eco radar minore rispetto alla pioggia) dei primi due giorni, e gli accumuli di precipitazione giornaliera più elevati dei giorni 1 e 2 febbraio.

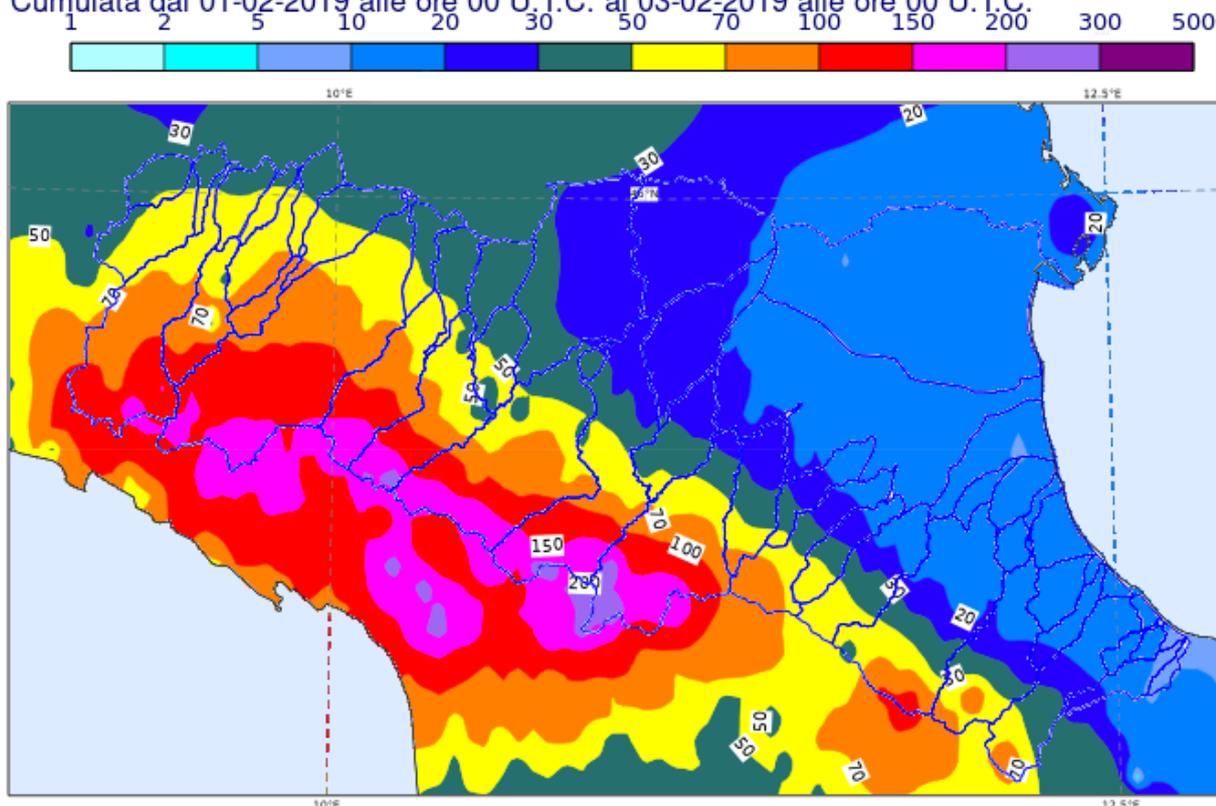


**Figura 36.:** Mappe di cumulate radar di precipitazione giornaliera del 30/01/2019 (in alto a sinistra), 31/01/2019 (in alto a destra), 01/02/2019 (in basso a sinistra) e del 02/02/2019 (in basso a destra).

Come è possibile osservare nella Figura 37, che riporta la pioggia cumulata nelle 48 ore dell'1 e 2 febbraio sui bacini idrografici dell'Emilia-Romagna, le piogge cumulate che hanno generato le piene hanno superato i 100 mm/48 ore sulla maggior parte dei bacini appenninici centro-occidentali, con punte superiori ai 200 mm/48 ore sul crinale di Reno, Panaro, Enza, Secchia (vedi Tabella 3).

pioggia cumulata [mm] in 48 ore

Cumulata dal 01-02-2019 alle ore 00 U.T.C. al 03-02-2019 alle ore 00 U.T.C.



*Figura 37: Precipitazione cumulata dell'evento che ha generato le piene sui bacini dell'Emilia-Romagna, nelle 48 ore dell'evento, nei giorni 1 e 2 febbraio 2019.*

Oltre che alla saturazione dei suoli, lo scioglimento della neve presente al suolo ha contribuito, seppure in percentuale ridotta, anche all'afflusso di piena, soprattutto sul settore centro-orientale della regione dove le temperature associate ai flussi da sud-ovest sono state più elevate (vedi Figura 11 § 2). Stimabile grossolanamente, a partire dalle osservazioni di neve al suolo (vedi § 5) e dai dati dello scioglimento registrati dai nivometri (vedi Figura 30) in circa 10-25 mm di pioggia equivalente, dai bacini emiliani ad ovest della regione, fino ai romagnoli più ad est.

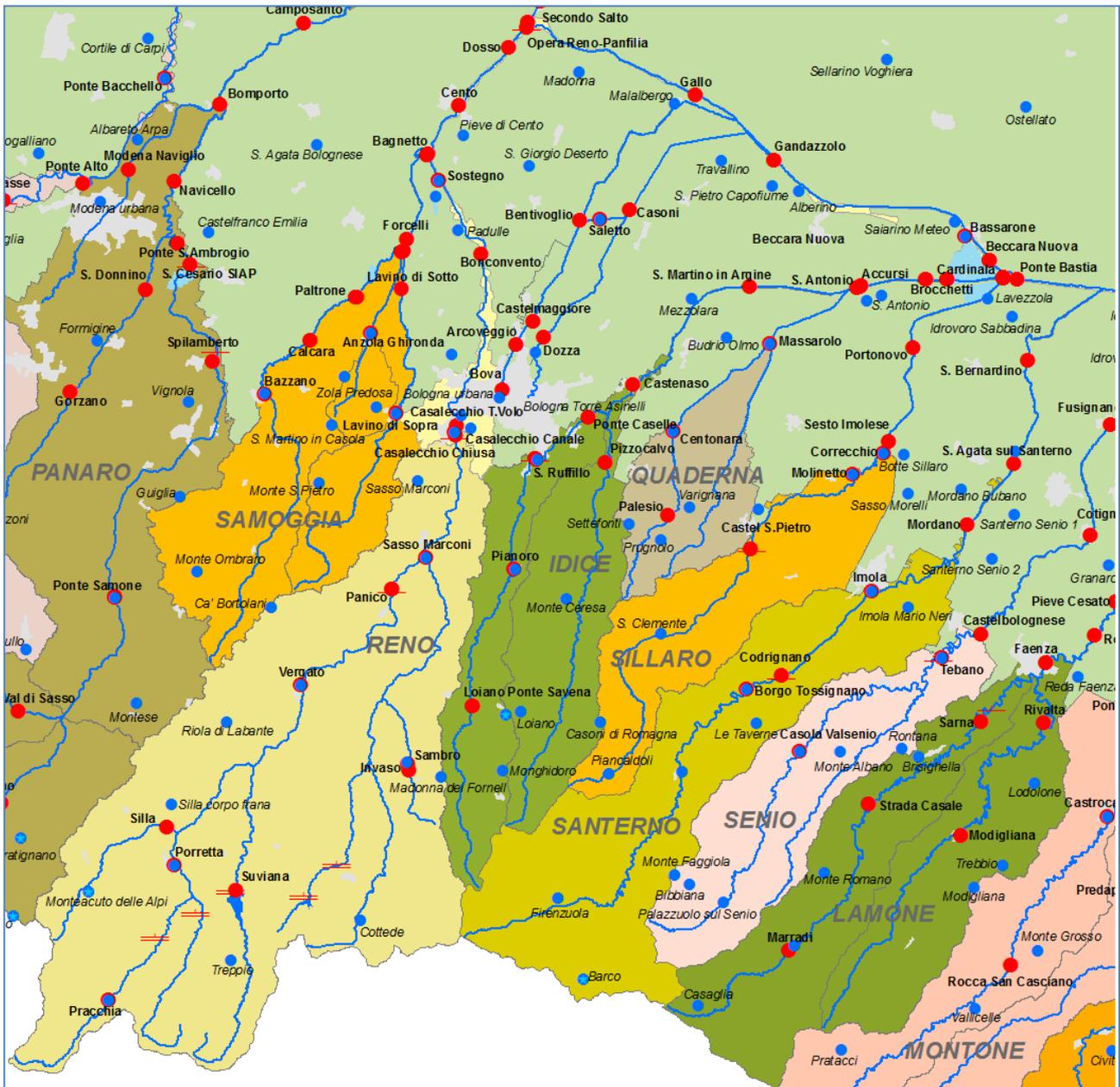
**Tabella 3: Piogge cumulate nelle 48 ore dell'evento che ha generato le piene, nei giorni 1 e 2 febbraio 2019, nelle stazioni pluviometriche con valori superiori ai 150 mm/48 ore, in ordine decrescente.**

<b>PLUVIOMETRI</b>	<b>Prov</b>	<b>QUOTA (m s.l.m.)</b>	<b>BACINO</b>	<b>PIOGGIA CUMULATA DELL'EVENTO (mm/48h)</b>
Lago Scaffaiolo	MO	1794	PANARO	327,0
Bosco di Corniglio	PR	902	PARMA	286,0
Monteacuto delle Alpi	BO	900	RENO	278,6
Succiso	RE	998	ENZA	277,8
Treppio	PT	650	RENO	274,8
Pracchia	PT	620	RENO	269,4
Lago Ballano	PR	1339	ENZA	268,4
Pievepelago	MO	1083	PANARO	242,6
Lagdei	PR	1252	PARMA	229,6
Ospitaletto	RE	1150	SECCHIA	224,8
Casoni di S. Maria di Taro	PR	843	TARO	220,0
Lago Paduli	PR	1151	ENZA	217,0
Montegrosso	PR	656	TARO	212,4
Civago	RE	1051	SECCHIA	212,0
Valdena	PR	762	TARO	203,2
Casalporino	PR	925	TARO	202,4
Grammatica	PR	980	PARMA	202,0
Piandelagotti	MO	1219	SECCHIA	198,8
Cabanne	GE	848	TREBBIA	194,6
Passo delle Radici	RE	1535	SECCHIA	193,2
Lago Pratignano	MO	1319	PANARO	190,2
Febbio	RE	1148	SECCHIA	188,8
Ligonchio	RE	900	SECCHIA	180,0
Barbagelata	GE	1116	TREBBIA	175,4
Albareto Parma	PR	495	TARO	174,4
Diga del Brugneto	GE	744	TREBBIA	167,2
Cottede	BO	794	RENO	161,0
Tarsogno	PR	852	TARO	158,6
Collagna	RE	832	SECCHIA	158,0
S. Stefano d'Aveto	GE	1007	TREBBIA	155,0
Bedonia	PR	521	TARO	154,2

## 7. La piena del fiume Reno

La piena del fiume Reno ha interessato soprattutto il suo bacino montano e l'asta principale di valle. Il Samoggia, affluente in sinistra è stato poco interessato dall'evento se non nel tratto di valle per il rigurgito dovuto al passaggio della piena di Reno, mentre gli affluenti in destra, Idice, Santerno e Senio, sono stati tutti interessati da piene che hanno registrato superamenti delle soglie 2 lungo i tratti vallivi.

Nella Figura 38 è illustrato il bacino idrografico del Reno con l'ubicazione delle stazioni di misura pluviometriche e idrometriche i cui dati sono stati presi in esame nel presente rapporto.



*Figura 38: Bacino idrografico del fiume Reno e dei suoi principali affluenti, con ubicazione delle stazioni di misura idrometriche (in rosso) e pluviometriche (in blu).*

## 7.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino

Iniziali e deboli precipitazioni sull'alto bacino del Reno sono state registrate già dalla giornata di giovedì 31 gennaio subito dopo la nevicata del 30 gennaio, che aveva prodotto accumuli al suolo di neve fresca da 15 a 20 cm su tutto il bacino montano.

Le piogge si sono poi progressivamente intensificate sul crinale appenninico nella giornata di venerdì 1 febbraio, raggiungendo le intensità massime orarie la notte tra l'1 e il 2 con 22,4 mm/ora a Pracchia e 21,0 mm/ora a Monteacuto delle Alpi.

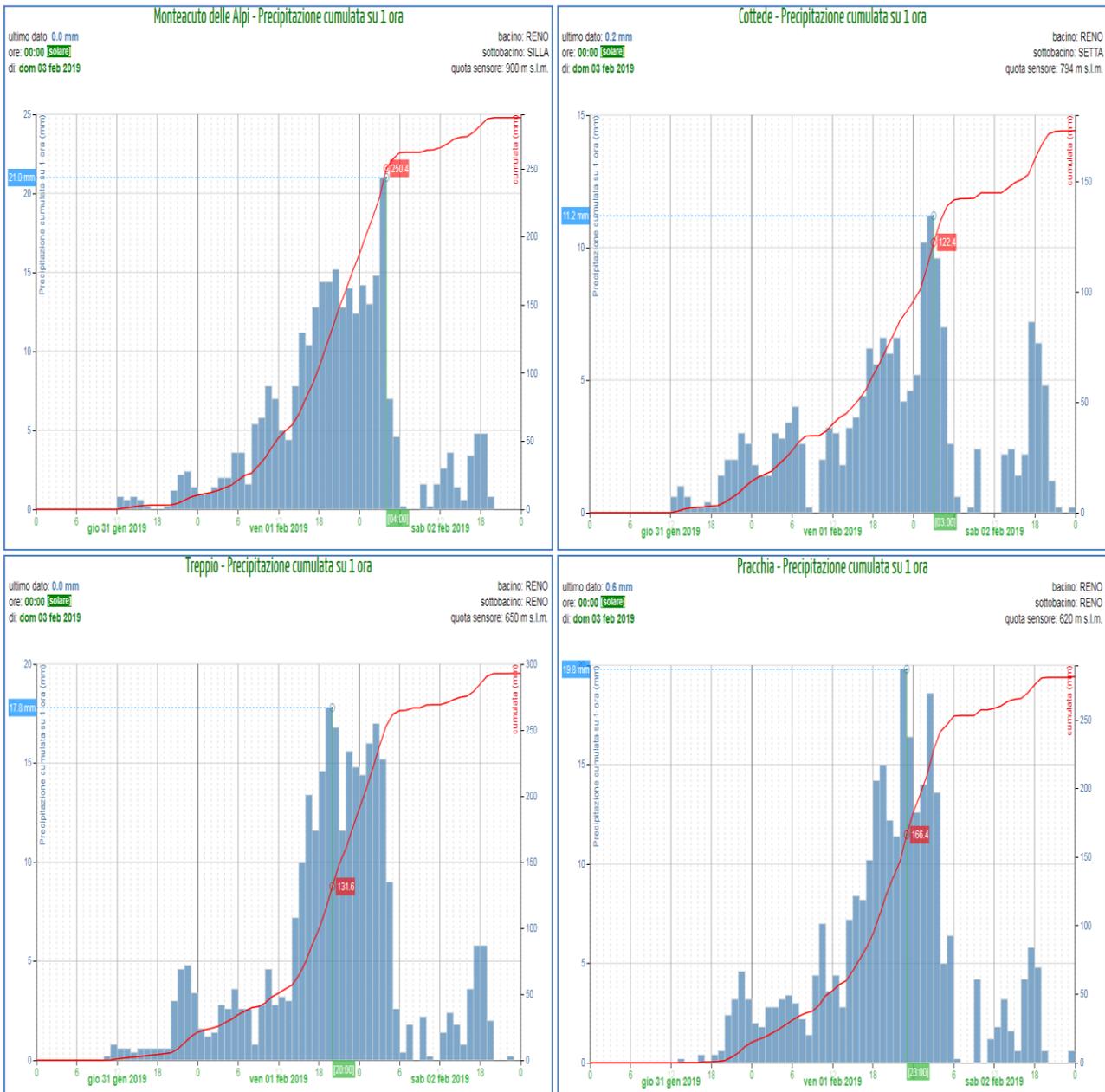


Figura 39: Pioggia oraria e cumulata nelle stazioni più significative del bacino montano del Reno

Le precipitazioni sono poi continuate, ad intermittenza e con minore intensità, anche nella seconda metà della giornata di sabato 2 febbraio, i valori massimi di pioggia cumulata registrati nei 3 giorni dell'evento sono stati 293,0 mm/3gg a Treppio, 287,6 mm/3gg a Montecatone delle Alpi e 281,2 mm/3gg a Pracchia, come è possibile osservare nei grafici riportati nella Figura 39.

Anche sulla restante parte del bacino montano del Reno, le piogge cumulate dell'evento sono state superiori ai 100 mm/48 ore come è possibile osservare nella Figura 37 che riporta la pioggia sui bacini dell'Emilia-Romagna nelle giornate dell'1 e 2 febbraio.

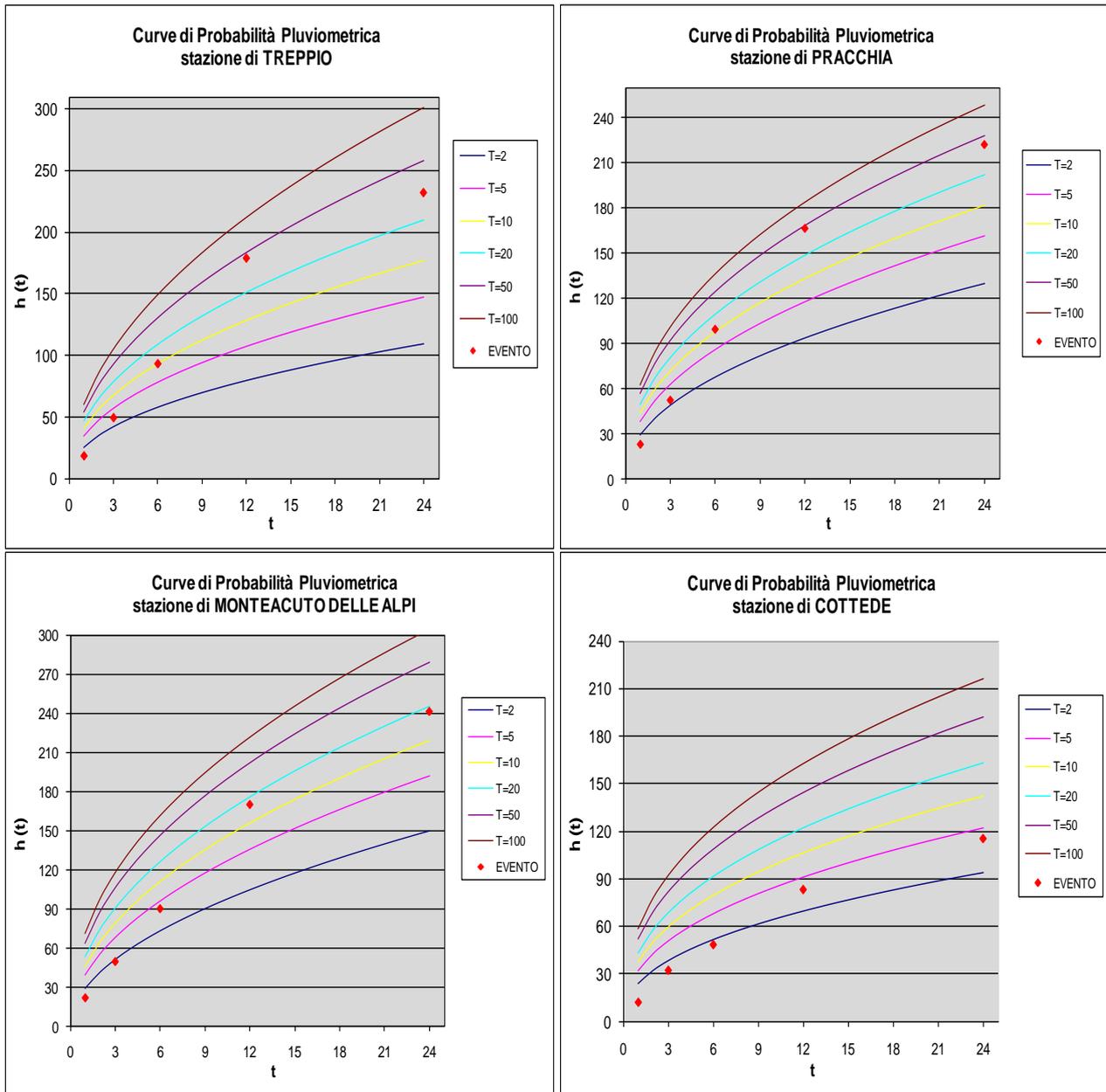
Nella Tabella 4 sono riportate le massime intensità di pioggia sulle stazioni del bacino montano del Reno, calcolate per diverse durate temporali, ed i massimi giornalieri 9-9 (cioè dalle 9 del giorno precedente alle 9 del giorno in corso) dell'1 e 2 febbraio. Il confronto con i massimi storici registrati nel periodo 1921-2018 mostra come la pioggia giornaliera 9-9 del 2 febbraio si avvicina ai massimi storici nelle stazioni di Montecatone e Treppio, mentre risulta di poco superiore al massimo giornaliero registrato nella stazione di Pracchia.

**Tabella 4: Precipitazione giornaliera 9-9 e cumulata totale dell'evento, a confronto con i massimi storici di durata 1 e 2 giorni, nelle stazioni del bacino montano del Reno**

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE (base 15 min)					Pioggia giorn. 9-9		Tot evento	max giorn. 1921-2018	
		1h	3h	6h	12h	24h	1/2	2/2	2 gg	1 gg	2 gg
Montecatone delle Alpi	900	21	48,8	89,4	169,4	240,8	32	230,2	262,4	240,0	348,6
Madonna dei Fornelli	900	5,6	13,6	23	34,6	50,8	11,8	47,2	60,2	90,4	143,6
Cottede	794	11,8	32	48,2	83	115,2	34,8	107,6	149,0	200,8	233,0
Treppio	650	18,2	49,2	93	178,8	232,0	40,6	226,2	268,6	244,0	262,8
Pracchia	620	22,4	51,8	99	166,2	222,0	37,6	215,6	253,8	213,0	315,8
Invaso	490	5,6	14,8	23,6	39	60,6	17	58,2	76,0	79,4	137,0
Porretta	352	7,4	20	37,2	71,6	103,4	30,4	97	129,8	242,0	242,0
Vergato	193	10	15,6	21,6	26,8	40,4	7	39,2	51,0	121,0	155,0
Sasso Marconi	105	6,6	9,8	11,4	12,4	19,6	7,4	14,6	22,4	108,0	148,6

Per le stazioni pluviometriche più significative del bacino del fiume Reno è stata effettuata l'analisi statistica delle precipitazioni intense massime annuali di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, con il modello probabilistico GEV; nella Figura 40 sono illustrate le curve di probabilità pluviometrica, evidenziando le caratteristiche idrologiche dell'evento in esame in termini di tempo di ritorno, nelle quali è possibile osservare come le piogge più critiche sono associate alle durate 12 e 24 ore, corrispondenti a tempi di ritorno vicini ai 50 anni nelle stazioni di Treppio e Pracchia, vicine ai 20 anni nella stazione di Montecatone delle Alpi.

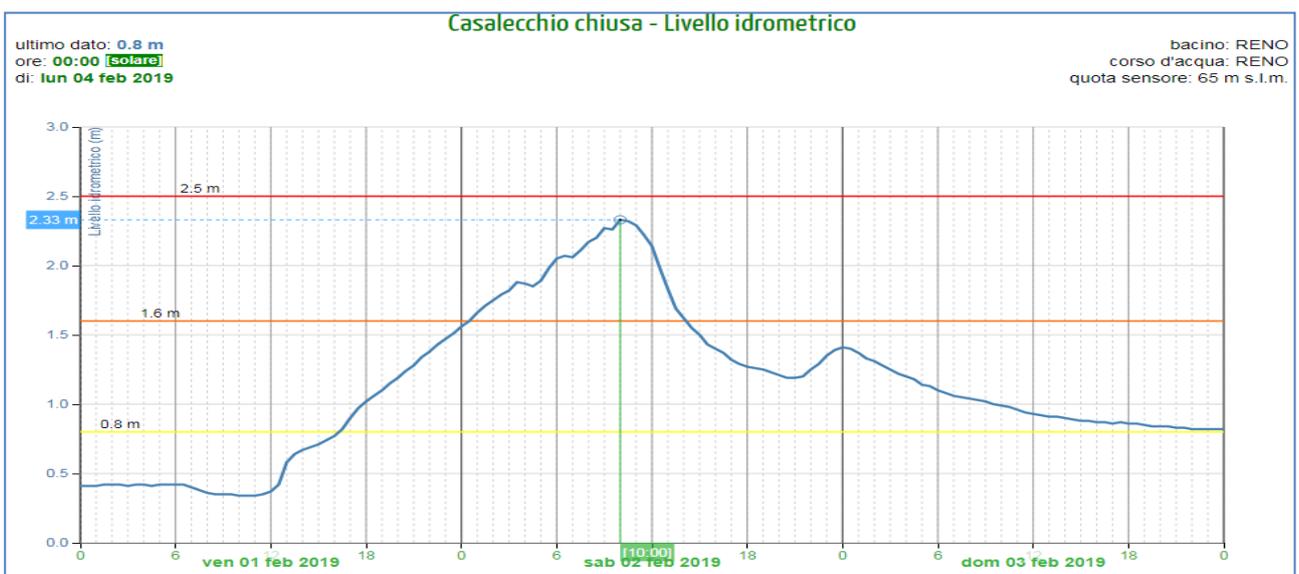
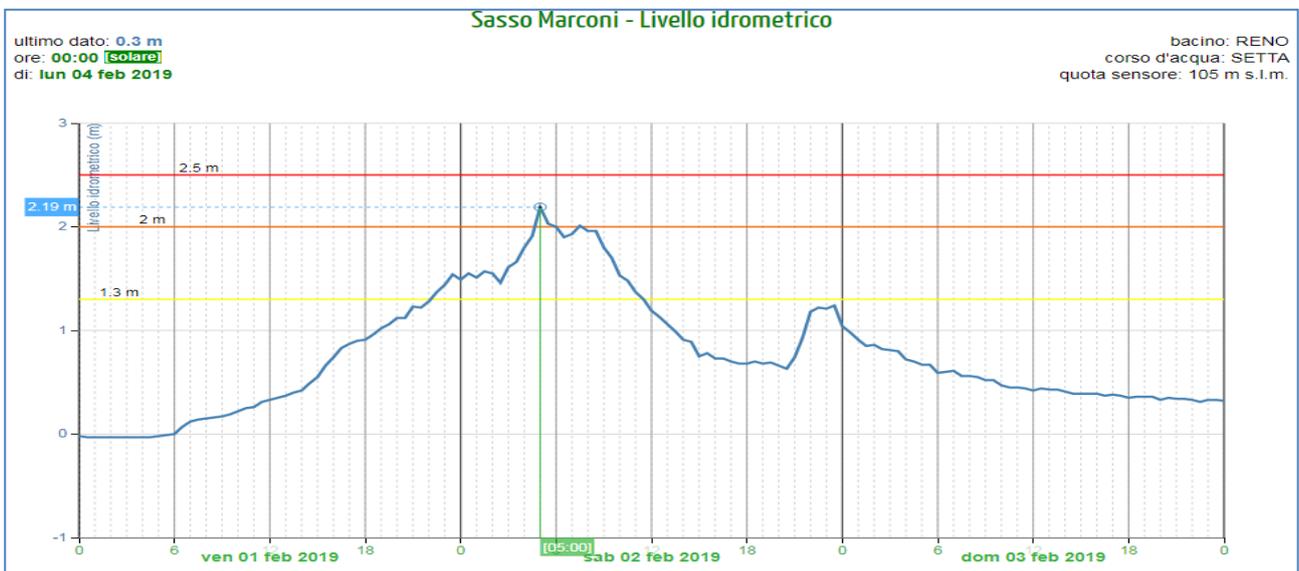
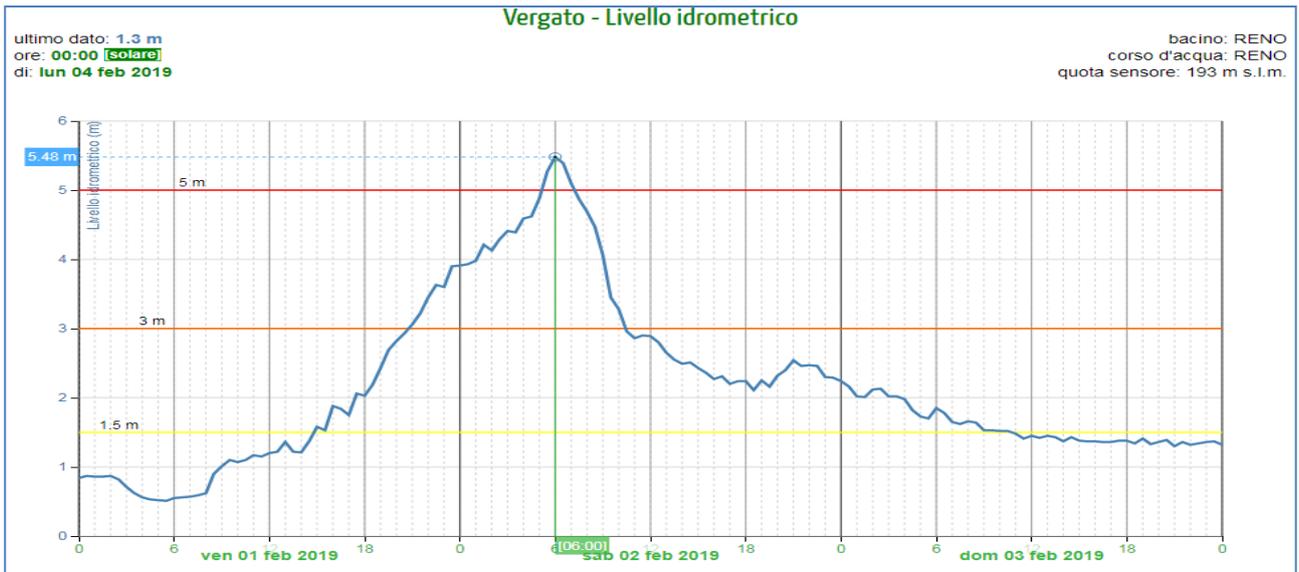
Il parziale scioglimento del manto nevoso presente al suolo ha apportato un modesto contributo all'afflusso, difficile da quantificare, ma probabilmente prossimo ai 15-25 mm di pioggia equivalente su tutto il bacino, stimabile a partire dalle osservazioni di neve al suolo (vedi § 5) e dai dati dello scioglimento registrati dal nivometro di Montecatone delle Alpi (vedi Figura 30). Come già sottolineato però lo scioglimento della neve ha però accelerato il raggiungimento dello stato di saturazione dei suoli, che ha favorito un rapido accrescimento del fenomeno di piena.



**Figura 40:** Curve di probabilità pluviometrica per le stazioni più significative del bacino del Reno, a confronto con le piogge intense dell'evento del 1 e 2 febbraio.

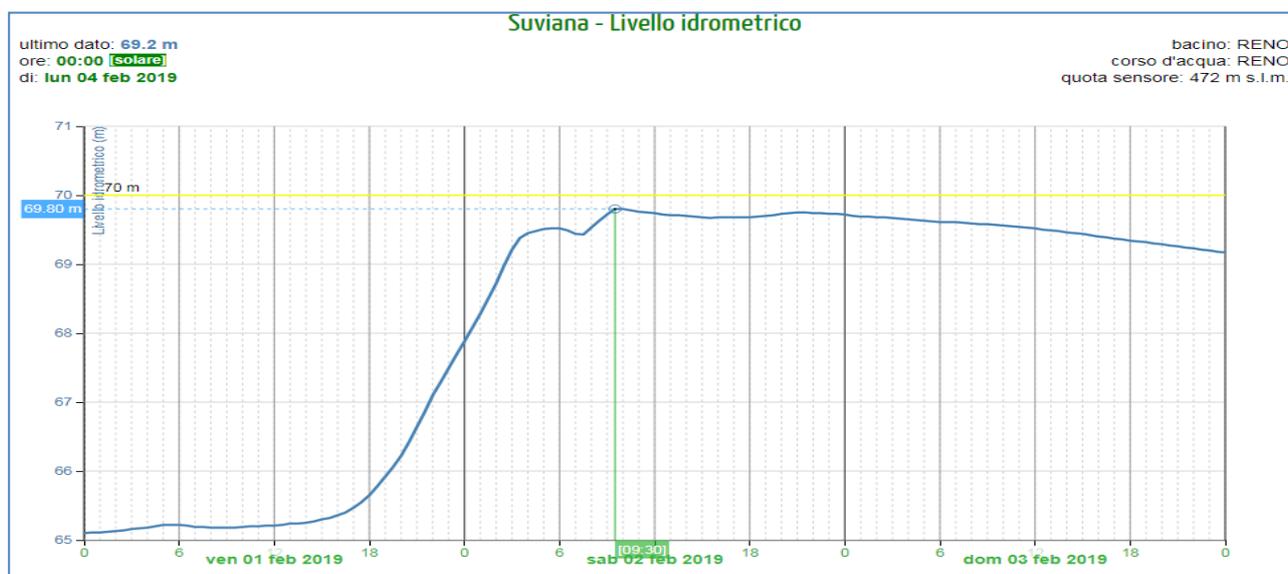
## 7.2. La propagazione della piena lungo il corso d'acqua

I primi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni del bacino montano del Reno si sono registrati già nel pomeriggio dell'1 febbraio con superamenti delle soglie 2 a partire dalle sezioni montane. I colmi di piena sono stati raggiunti nella mattina del 2 febbraio, con livelli prossimi o superiori alle soglie 3 (vedi Figura 41) ed un'onda di piena di notevole volume.



*Figura 41: Propagazione della piena lungo le sezioni montane del fiume Reno*

Durante l'evento l'invaso di Suviana sul Limentra di Treppio ha contribuito significativamente alla laminazione della piena. Come è possibile osservare nella Figura 42 infatti, prima dell'inizio della pioggia del giorno 1 febbraio l'invaso è stato portato ad una quota di circa 465,11 m s.l.m, inferiore a quella consentita normalmente di 466,00 m s.l.m nel periodo autunno-invernale dal protocollo siglato tra Regione, Prefettura ed Enel, funzionale alla laminazione delle piene. Durante l'evento è stato pertanto possibile laminare gran parte della piena del Limentra di Treppio, con il contenimento di un volume di circa 6.670.700 mc. All'approssimarsi della quota di max invasore di 470,00 m s.l.m. sono iniziate le operazioni di alleggerimento e scarico della diga in coda di piena, mantenendo comunque i livelli inferiori alla soglia di sfioro fino a domenica 3 febbraio. Va osservato che se non fosse stato possibile invasare tale volume di piena, anche il Limentra avrebbe contribuito con un'onda di piena contemporanea con quella di Reno determinando un colmo superiore a quello formatosi a Vergato.



**Figura 42: Andamento dei livello di invasore della diga Suviana, riferito alla quota 400 m. s.l.m.**

Il colmo di piena è transitato nella sezione di Vergato alle ore 6:00 del 2 febbraio, con un livello di 5,48 m, che risulta il massimo storico dal 1981, ma sostanzialmente pari a quello di 5,47 m, avutosi nella piena del novembre 1990.

Nella sezione di Casalecchio Chiusa alle ore 10:00, è stato raggiunto un livello di piena al colmo di 2,33 m, 3° caso storico dal 1981, inferiore solo alle piene del novembre 1990 (2,55 m) e settembre 1994 (2,48 m). Dal confronto con la serie storica più ampia di livelli registrati all'idrometro della Chiusa prima della telemisura, a partire dal 1931 con invasore di Suviana già attivo, questa piena rappresenta invece con 2,33 m il 10° caso storico.

La portata al colmo stimata a Casalecchio Chiusa risulta pari a 1280 mc/sec, corrispondente ad un tempo medio di ritorno di 13 anni, che in termini probabilistici significa che il valore di portata raggiunto ha una probabilità dell'8% circa di verificarsi o venire superato mediamente ogni anno. Analizzando invece il volume transitato nella stessa sezione, stimato in 86,9 milioni di mc, l'evento di piena risultò invece statisticamente più raro, annoverandosi tra le massime piene storiche occorse.

A valle di Casalecchio la piena si è propagata allagando le zone di espansione naturali prossime al corso d'acqua presenti nel territorio di Bologna, fino al tratto arginato a valle del ponte della

ferrovia, dove ha completamente invasato le aree golenali, raggiungendo livelli inferiori al metro di franco arginale in molti punti.

Nella sezione di Bonconvento il colmo di piena è transitato con un livello di 12,84 m alle ore 13:20 del 2 febbraio, che rappresenta il massimo storico della serie di registrazioni a partire dal 1995, 83 cm più alto della massima piena registrata nel 2014 con 12,01 m. Alle 14:00 con livello idrometrico di 12,81 m a Bonconvento una brusca variazione di pendenza nell'idrogramma (vedi Figura 43) segnala il verificarsi di una perdita di volume: a circa 2 km a monte di Bonconvento, in destra idraulica in località Boschetto, si è infatti verificato infatti un sormonto arginale con conseguente rotta in un punto adiacente a Via Lame, all'incrocio con Via Passo Pioppe nel Comune di Sala Bolognese. Il momento della rotta, considerate le registrazioni a Bonconvento e le velocità della corrente in quel punto, si stima avvenuto intorno alle 13:30 in concomitanza con il passaggio del colmo di piena. Il volume d'acqua fuoriuscito, stimato tra 3 e 4 milioni di mc, ha allagato una superficie di circa 27 kmq, prima di essere convogliato e smaltito attraverso la rete dei canali di bonifica Venenta, Canaletta, Riolo, Fossa Quadra, Fossa Storta, Gramigna Superiore e loro affluenti, fino all'immissione in parte nel Canale Emiliano Romagnolo, in parte verso gli impianti di sollevamento della Bonifica Renana.

Il tratto in cui è avvenuto il sormonto aveva fatto registrare segnali critici di tenuta arginale già nelle ultime piene. Inoltre nello stesso tratto la quota arginale risultava inferiore rispetto a quella ottenuta dai lavori di rialzo che, a partire dal 1999, avevano interessato gran parte delle arginature di Reno e di Samoggia, finalizzati a recuperare gli abbassamenti naturali dovuti alla subsidenza, fenomeno particolarmente significativo in questa parte del territorio regionale. Si stava pertanto procedendo, in un tratto più ampio di quello interessato dalla rotta, con dei lavori di rifacimento dell'argine, sia per risolvere i problemi di tenuta del corpo arginale, sia per il raggiungimento di una quota della sommità arginale pari a quella della quota dei tratti di monte e valle.

Il dato che merita di essere sottolineato in questa piena è il livello idrometrico al colmo particolarmente elevato raggiunto a Bonconvento di 12,84 m, ed il conseguente rigurgito a monte con ridotti franchi arginali, con un colmo a Casalecchio Chiusa di 2,33 m, che pur essendo un valore prossimo alla soglia 3, non può certo considerarsi un dato particolarmente raro, anche se come si è detto, l'onda di piena presentava un volume ragguardevole, superiore dal 20% al 40% rispetto alle piene più recenti che a Casalecchio hanno superato il livello di 2,00 m.

*Tabella 5: Raffronto dei colmi di piena tra Bonconvento e Casalecchio*

	<b>Bonconvento</b>	<b>Casalecchio Ch.</b>
<b>2 feb 2019</b>	<b>12,84</b>	<b>2,33</b>
<b>31 gen 2014</b>	<b>12,01</b>	<b>2,23</b>
<b>30 nov 2008</b>	<b>11,85</b>	<b>1,92</b>
<b>5 gen 2014</b>	<b>11,78</b>	<b>2,04</b>
<b>18 mar 2013</b>	<b>11,55</b>	<b>2,26</b>
<b>23 dic 2009</b>	<b>11,54</b>	<b>2,11</b>
<b>11 dic 2017</b>	<b>11,39</b>	<b>1,67</b>
<b>11 mar 2018</b>	<b>11,37</b>	<b>1,80</b>
<b>21 gen 2009</b>	<b>11,08</b>	<b>1,80</b>
<b>7 nov 2000</b>	<b>10,90</b>	<b>2,20</b>
<b>30 mar 2013</b>	<b>10,80</b>	<b>1,98</b>
<b>19 nov 2016</b>	<b>10,63</b>	<b>1,58</b>
<b>10 feb 2014</b>	<b>10,51</b>	<b>1,91</b>
<b>6 feb 2017</b>	<b>10,41</b>	<b>1,62</b>

La serie dei dati di Bonconvento risalente al 1995, pur non essendo statisticamente significativa per la sua limitata durata, merita di essere confrontata con i corrispondenti valori di Casalecchio Chiusa in occasione delle piene registrate negli ultimi vent'anni. A titolo esemplificativo nella Tabella 5 si riportano i livelli al colmo di piena registrati a Bonconvento in ordine decrescente, e i rispettivi colmi registrati all'idrometro di Casalecchio Chiusa per alcune recenti piene. Dal confronto, si può notare un progressivo cambio di correlazione tra i livelli alla Chiusa e gli stessi a Bonconvento, nel senso che a pari valori al colmo di piena a Casalecchio si sono osservati valori a Bonconvento progressivamente più alti. Questo fenomeno dovrebbe in parte essere legato all'entrata in funzione del sistema di casse di espansione nella zona di Bonconvento che, ancora incompleto, non è in grado di esercitare a pieno l'effetto di laminazione delle piene.

Il tratto comunque ampio che è stato interessato da livelli ragguardevoli a monte di Bonconvento, fino ad oltre il Trebbo in prossimità dell'inizio delle arginature, potrebbe fare pensare anche a variazioni di pendenza del fondo che andrebbero indagate con nuove livellazioni di precisione, oltre ad un possibile aumento di scabrezza del tratto.

A valle di Bonconvento, sia per l'entrata in funzione della cassa di espansione di Boschetto in sinistra, che per i volumi defluiti dalla rotta in destra, la piena ha fatto registrare un colmo di piena a Cento di 8,66 m, poco inferiore alla soglia 3, grazie anche al modestissimo contributo di Samoggia (vedi Figura 43).

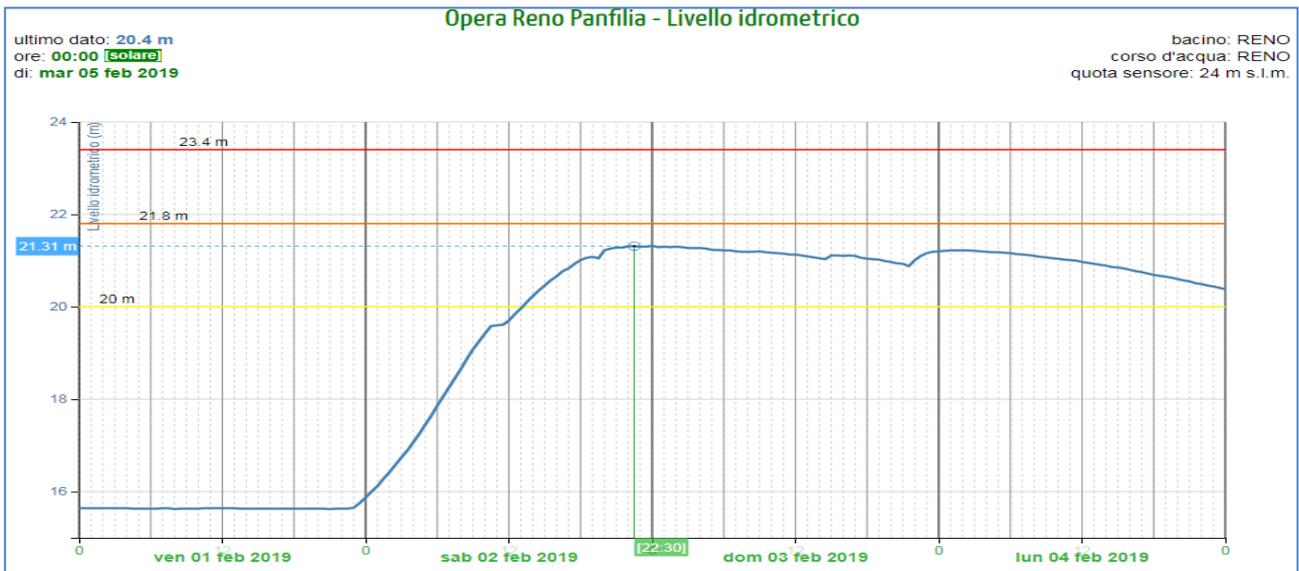
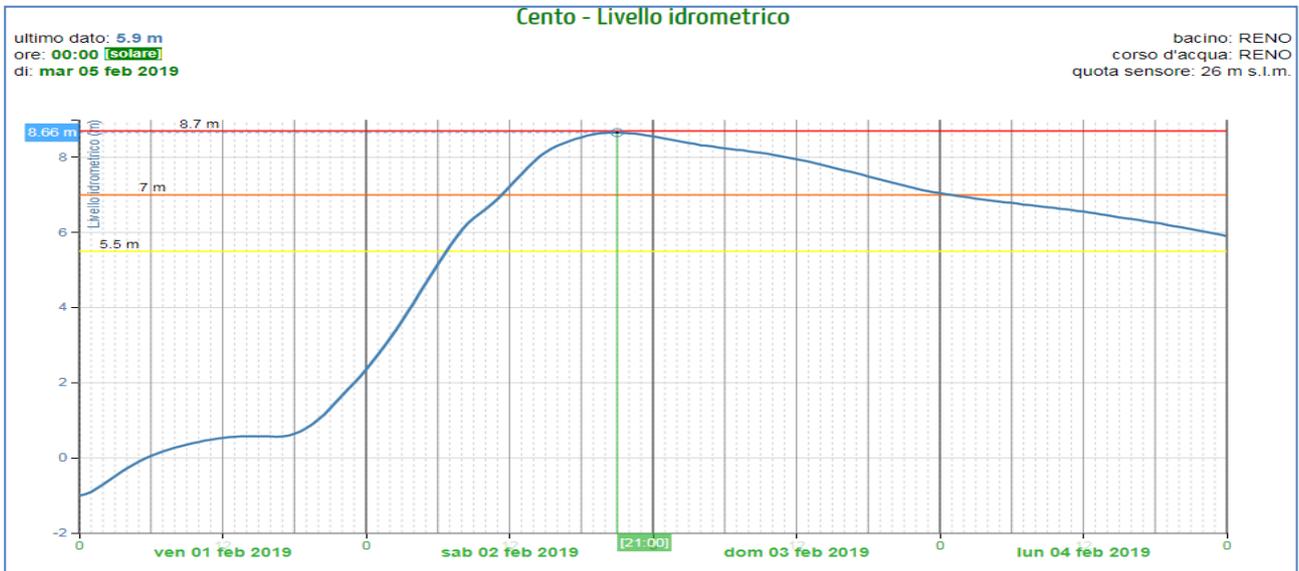
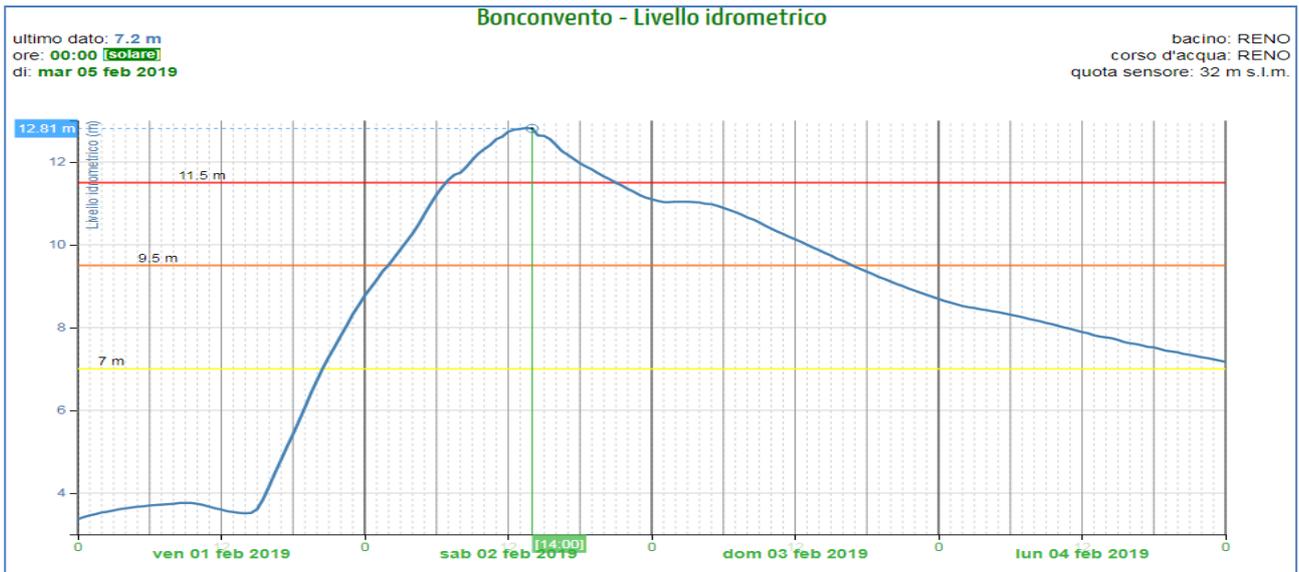
Al fine di abbassare il colmo di piena nelle sezioni di valle, in corrispondenza dell'Opera Reno sono state eseguite le manovre di scolmo in Cavo Napoleonico e scarico in Po dei volumi derivati. L'effetto di laminazione dell'onda è visibile, oltre che nell'idrogramma di piena di Opera Reno (vedi Figura 43), nelle sezioni a valle di Gallo e Gandazzolo. La manovra di scolmo iniziata alle ore 12:00 del 2 febbraio si è conclusa alle ore 22:00 del 3 febbraio, per una durata di 34 ore ed un volume scolmato di 27.554.000 di mc, quasi tutti scaricati in Po.

A valle dell'Opera Reno quindi una lunga onda di piena si è propagata con livelli inferiori alla soglia 3 (vedi Figura 44), raggiungendo nella sezione del Gallo un livello di 11,86 m alle 9:00 del 4 febbraio, preceduto da un primo colmo di 11,77 m alle ore 19:00 del 2 febbraio, inferiore di circa 2 m alla soglia laterale di sfioro in sinistra.

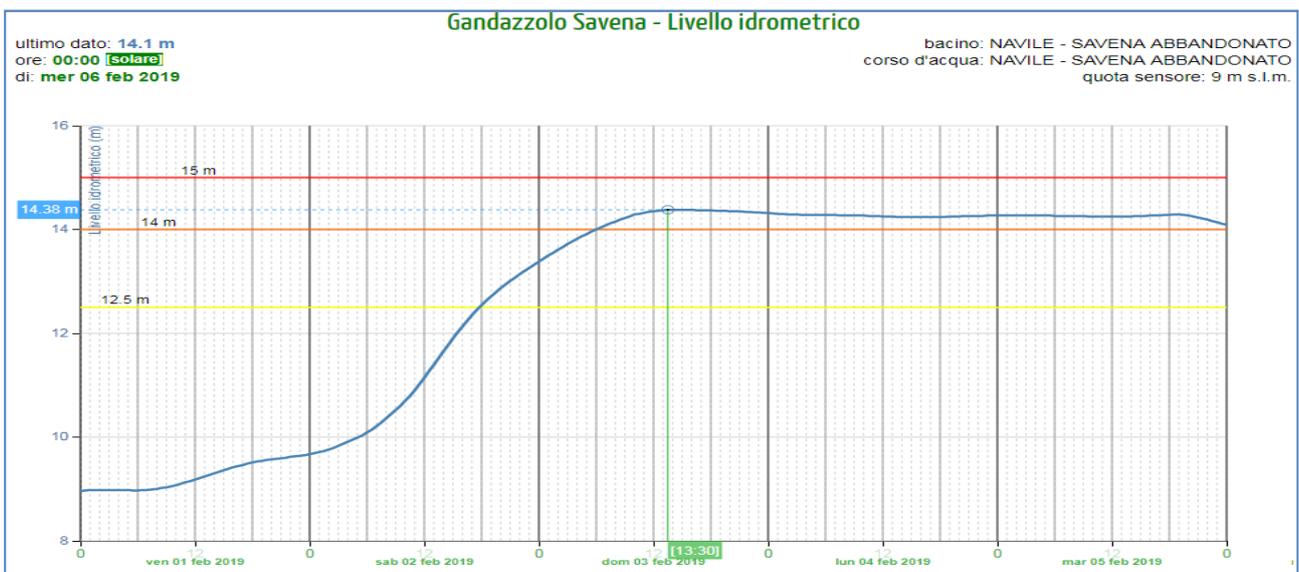
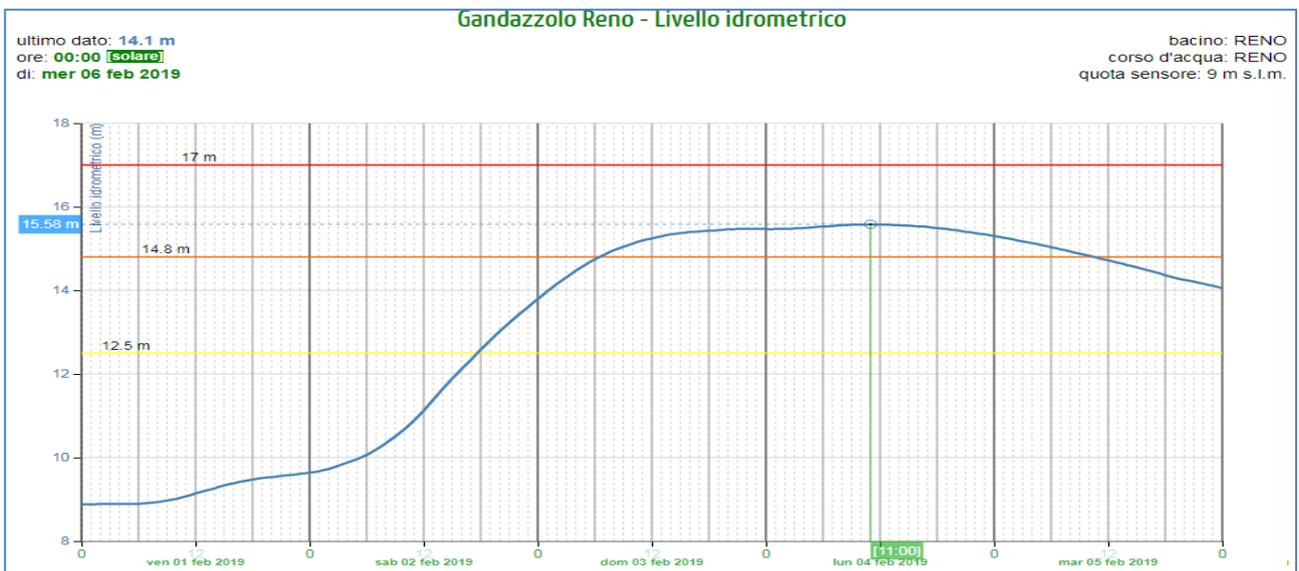
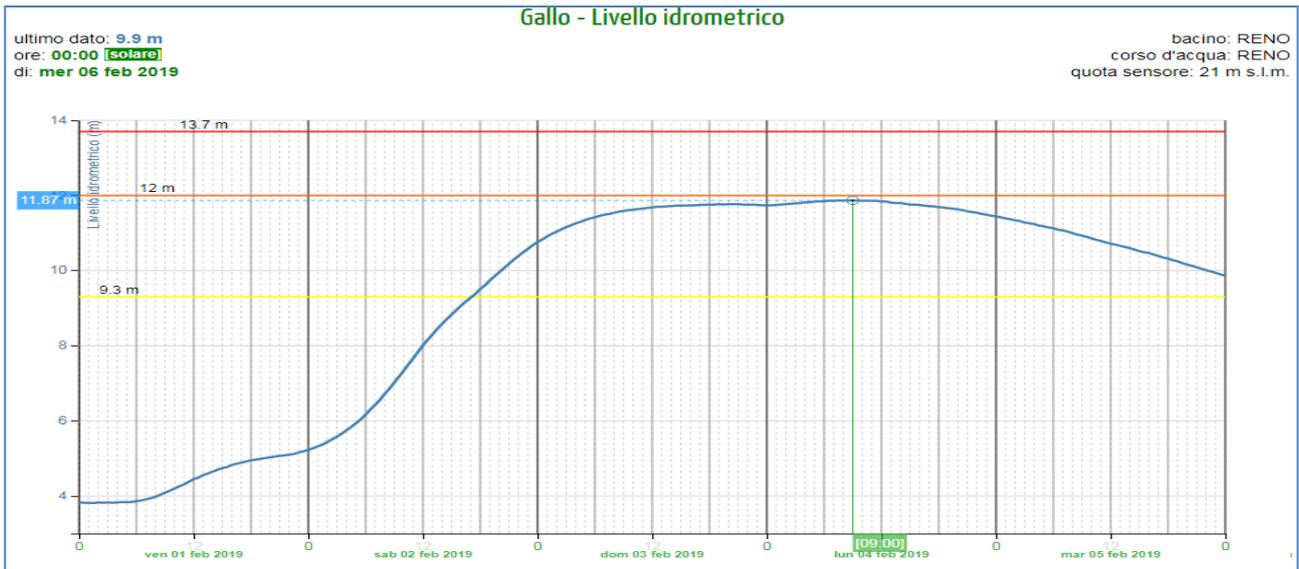
Nella sezione di Gandazzolo il colmo di piena è transitato alle 11:00 del 4 febbraio, con un livello massimo di 15.58 m, che ha comportato la chiusura delle porte vinciane sul Savena abbandonato dalle ore 17:30 del 2 alle ore 19 del 5 febbraio.

La mancanza di apporti significativi da parte degli affluenti di destra ha fatto registrare nella sezione di Bastia un colmo di 7,76 m alle 22:00 del 3 febbraio, inferiore alla soglia 1. Gli elevati volumi defluenti e l'effetto di laminazione del Cavo Napoleonico hanno prolungato la fase di esaurimento della piena nel tratto vallivo a tutta la giornata del 4 febbraio.

Nella Tabella 4 è riportata una scheda di sintesi della piena sul Reno, con l'indicazione delle punte massime nelle sezioni montane e vallive dell'asta principale, insieme ad alcune stime sui tempi di propagazione dell'onda e sulle relative velocità.



*Figura 43: Propagazione della piena lungo le sezioni medio vallive del fiume Reno e al Cavo Napoleonico*



*Figura 44: Propagazione della piena lungo le sezioni vallive del fiume Reno e a Gandazzo Savena*

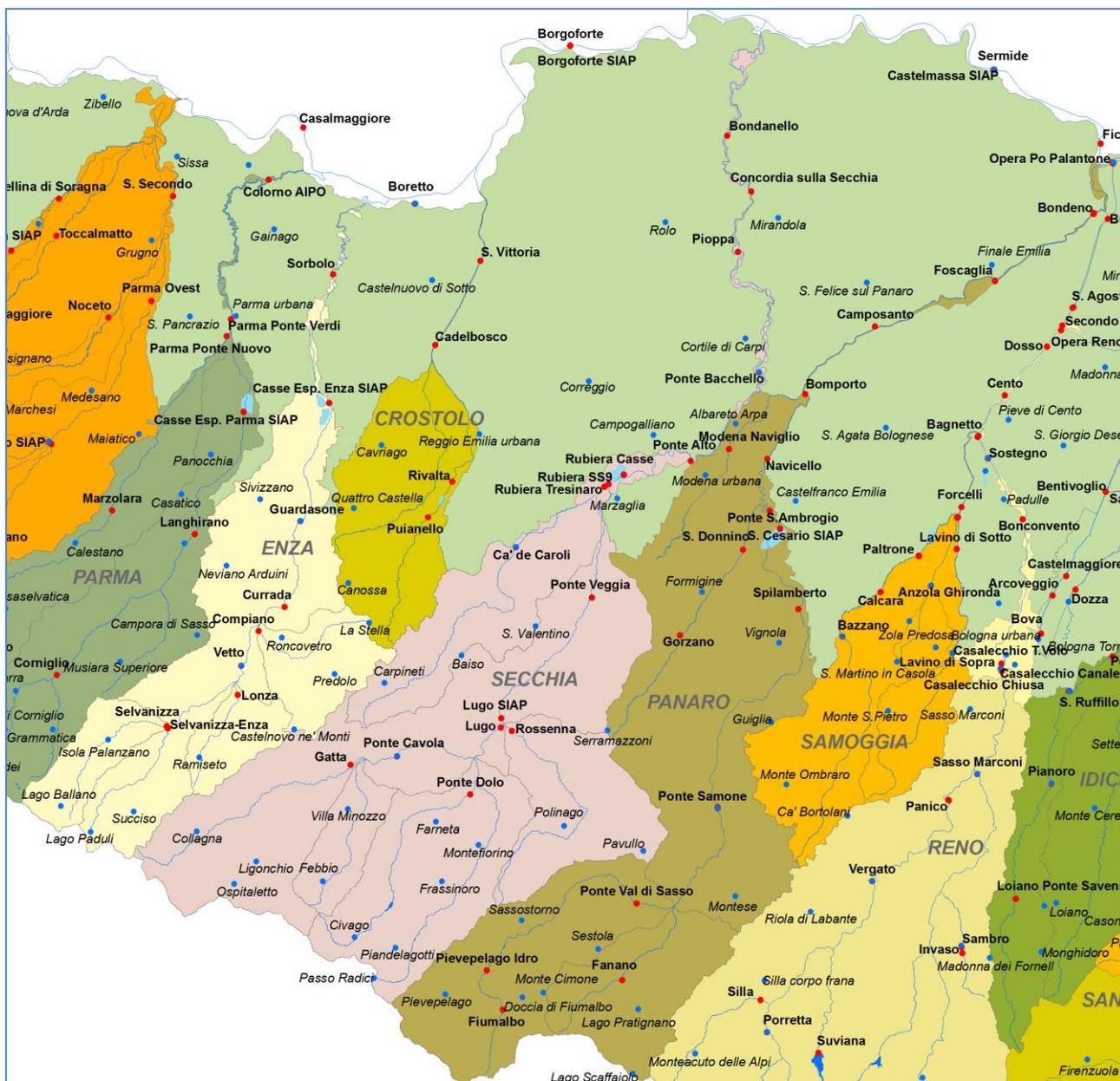
Tabella 6: Scheda di sintesi della piena del Reno

Denominazione del SENSORE		Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
		parziali	progres.	H idrom.	gior.	ora	parziali	progres.		
<b>BACINO DEL RENO</b>										
<b>TABELLA delle PUNTE MASSIME</b>										
PIENA del <b>2-4 febbraio 2019</b>										
<b>Fiume RENO</b>										
origine		0,0	0,0							
PRACCHIA		12,4	12,4	1,94	2	04:10	-	00:00		
PORRETTA		13,5	25,9	12,42	2	04:50	00:40	00:40	-	
confluenza Silla		3,0	28,9							
VERGATO		17,1	46,0	5,48	2	06:00	01:10	01:50	3,57	max livello dal 1981
PANICO 1 Reno		14,2	60,2	2,69	2	07:30	01:30	03:20	-	
confluenza Setta		5,4	65,6							
CASALECCHIO CH.		11,8	77,4	2,33	2	10:00	02:30	05:50	1,70	
CASALECCHIO TV.		1,2	78,6	3,63	2	10:30	00:30	06:20	-	
BONCONVENTO		16,8	95,4	12,84	2	13:20	02:50	09:10	0,88	max livello dal 1995
SOSTEGNO		8,1	103,5	28,91	2	18:20	05:00	14:10	0,49	
BAGNETTO		2,4	105,9	27,58	2	19:20	01:00	15:10	0,79	
confluenza Samoggia		0,1	106,0							
CENTO		5,1	111,1	8,66	2	21:00	01:40	16:50	1,22	
DOSSO		6,5	117,6	10,52	2	22:00	01:00	17:50	-	
OPERA RENO		2,3	119,9	21,32	2	22:50	-	-		
GALLO		15,9	135,8	11,87	4	09:00	-	-		(11,77 il 3/02 ore 19:00)
confluenza Navile		4,0	139,8							
GANDAZZOLO		4,6	144,4	15,58	4	11:00				
BECCARA N.		21,3	165,7	8,57	4	17:30				
confluenza Idice-Sillaro		2,8	168,5							
BASTIA		0,3	168,8	7,76	3	22:00				
confluenza Santemo		6,9	175,7							
confluenza Senio		11,4	187,1							
VOLTA SCIROCCO monte		11,6	198,7	-	-	-				livelli indefinibili
VOLTA SCIROCCO valle sbocco in mare		0,0	198,7	1,09	3	00:00				
6,3		205,0								
<b>Torrente SILLA</b>										
origine		0,0	0,0							
SILLA		17,0	17,0	2,04	2	04:30	(-0:20)			i tempi parziali sono calcolati rispetto a Porretta
sbocco in Reno		0,9	17,9							i progressivi a Pracchia
<b>Torrente SETTA</b>										
origine		0,0	0,0							
confluenza Sambro		26,5	26,5							i tempi parziali sono calcolati rispetto a Panico1
SASSO MARCONI		15,0	41,5	2,33	2	06:50	(-1:10)	02:40		i progressivi a Pracchia
sbocco in Reno		0,5	42,0							
<b>Cavo NAPOLEONICO (Scolmatore di Reno)</b>										
diga tracimante		0,0	0,0							
Secondo SALTO		0,5	0,5	12,59	2	22:30				vedi nota
S. AGOSTINO		2,3	2,8	9,99	3	04:00				
S. AGOSTINO c.e.r.		0,0	2,8	10,10	3	05:00				
BURANA		9,6	12,4	9,47	3	04:40				
PALANTONE mandracchio		5,8	18,2	8,17	4	01:40				
OPERA PO		0,1	18,3	8,17	4	01:40				
PALANTONE PO				7,76	3	20:00				
Note:										
Fiume RENO: a Casalecchio Chiusa è stato registrato un colmo di piena valutato in 1280 mc/s										
CAVO Napoleonico: manovra di scolmo in cavo iniziata alle ore 12:00 del giorno 2 e terminata alle ore 22:00 del giorno 3 - Totale ore di scolmo =34 ore										
Volume scolmato = mc 27.554.000 - tutti scaricati in Po - portata media circa 170 mc/s.										

## 8. Le piene sui fiumi affluenti di destra del Po

Nella notte tra venerdì 1 e sabato 2 febbraio le intense precipitazioni sul crinale appenninico centro-occidentale, cui si è aggiunto il contributo dello scioglimento del manto nevoso al suolo e la conseguente rapida saturazione dei suoli, hanno generato fenomeni di piena su tutti i principali affluenti di destra del fiume Po, dal Taro al Panaro. Le piene più significative per volumi e livelli al colmo raggiunti sono state registrate su Panaro, Secchia ed Enza, dove già dalle prime ore del mattino del 2 febbraio è stato attivato il Servizio di Piena da parte dell' Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO).

Nella Figura 45 sono illustrati i suddetti bacini, con l'ubicazione delle stazioni di misura idrometriche e pluviometriche.



*Figura 45: Bacini idrografici dei fiumi Panaro, Secchia ed Enza, con ubicazione delle stazioni di misura idrometriche (in rosso) e pluviometriche (in blu).*

## 8.1. La piena del fiume Panaro

Deboli precipitazioni sono iniziate sull'alto bacino del fiume Panaro, nelle prime ore di venerdì 1 febbraio, intensificandosi progressivamente nella notte tra venerdì 1 e sabato 2, fino ai valori massimi di 24,2 mm/ora a Lago Scaffaiolo e 23 mm/ora a Pievepelago. Le cumulate, nei due giorni dell'evento, sono state superiori ai 100 mm/48 ore su buona parte del bacino montano, con punte intorno ai 200 mm/48 ore sul crinale, come è possibile osservare nella Figura 37 che riporta la pioggia dell'evento spazializzata sui bacini della regione, e nella Tabella 3, che riporta i dati delle stazioni dove sono state registrate precipitazioni superiori ai 150 mm/48 ore.

Nella Figura 46 sono illustrati gli ietogrammi di pioggia oraria e cumulata nelle quattro stazioni più significative del bacino montano del Panaro.

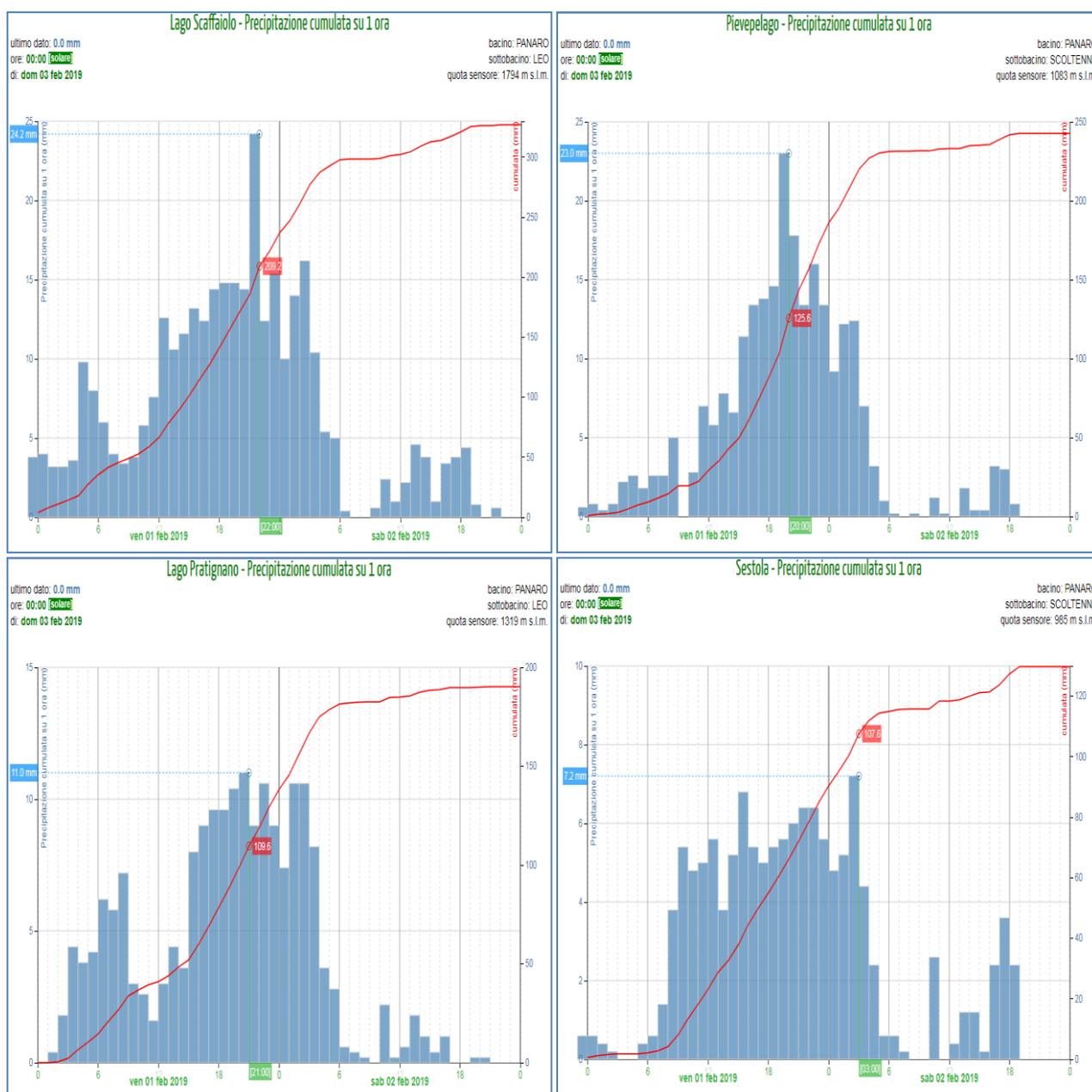
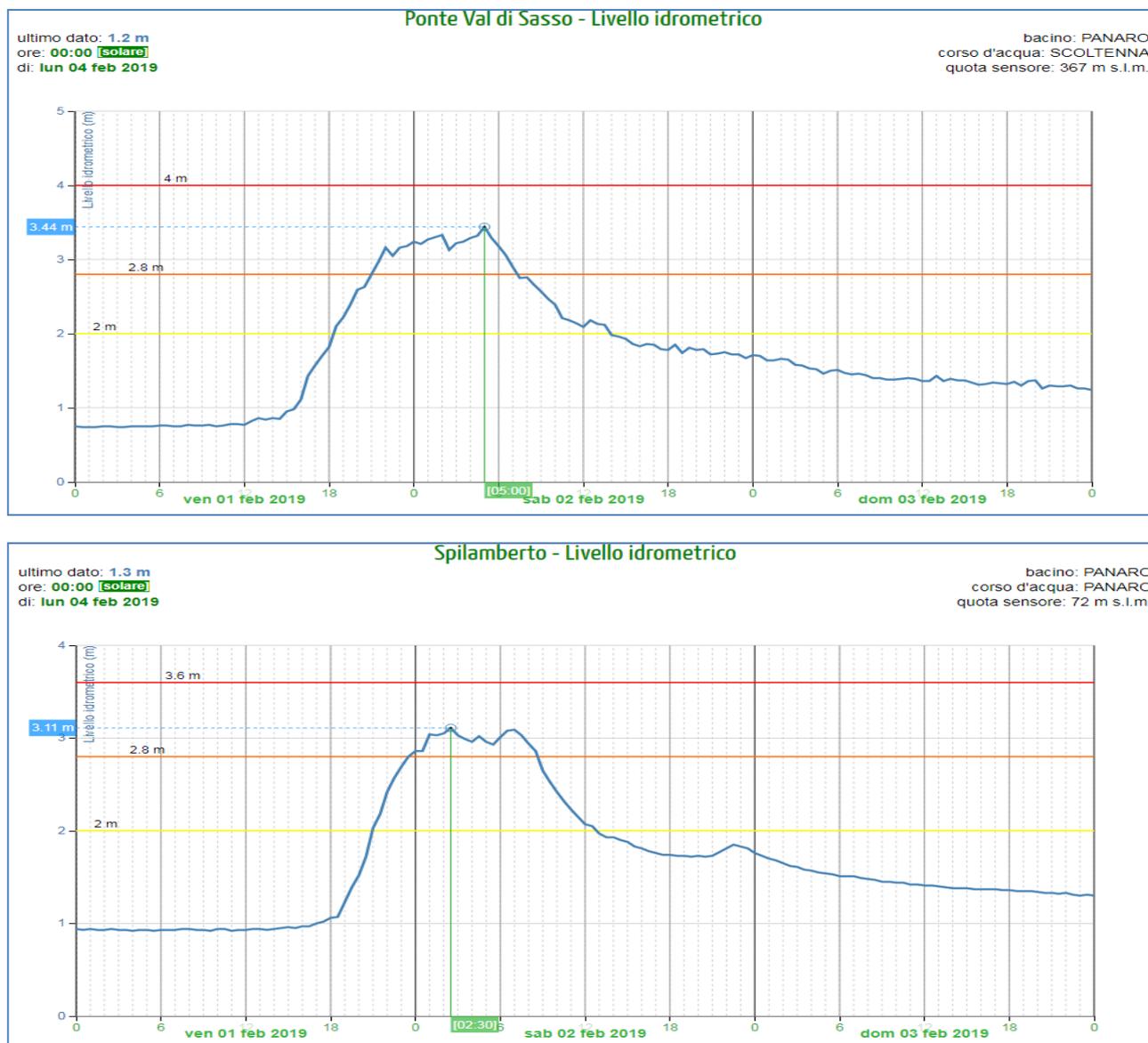


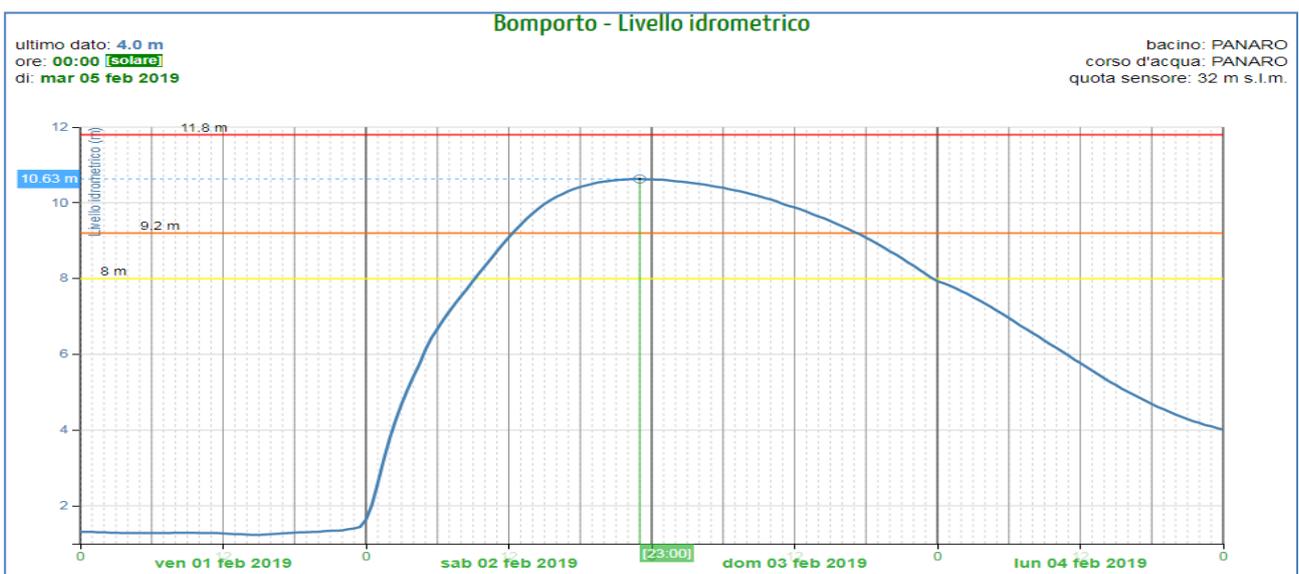
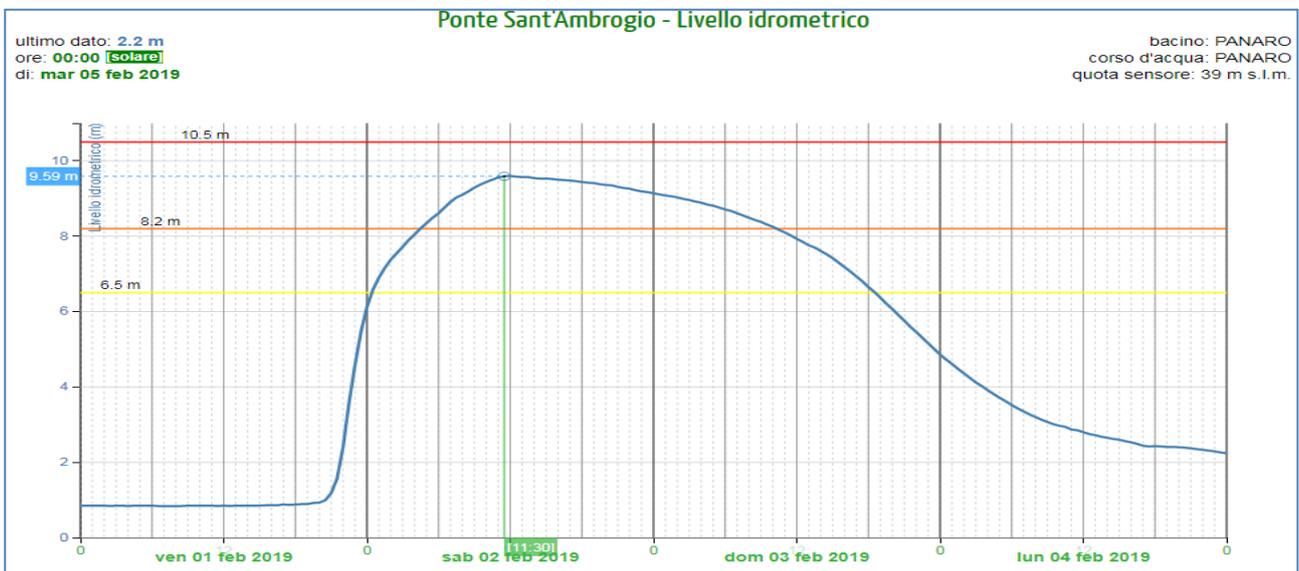
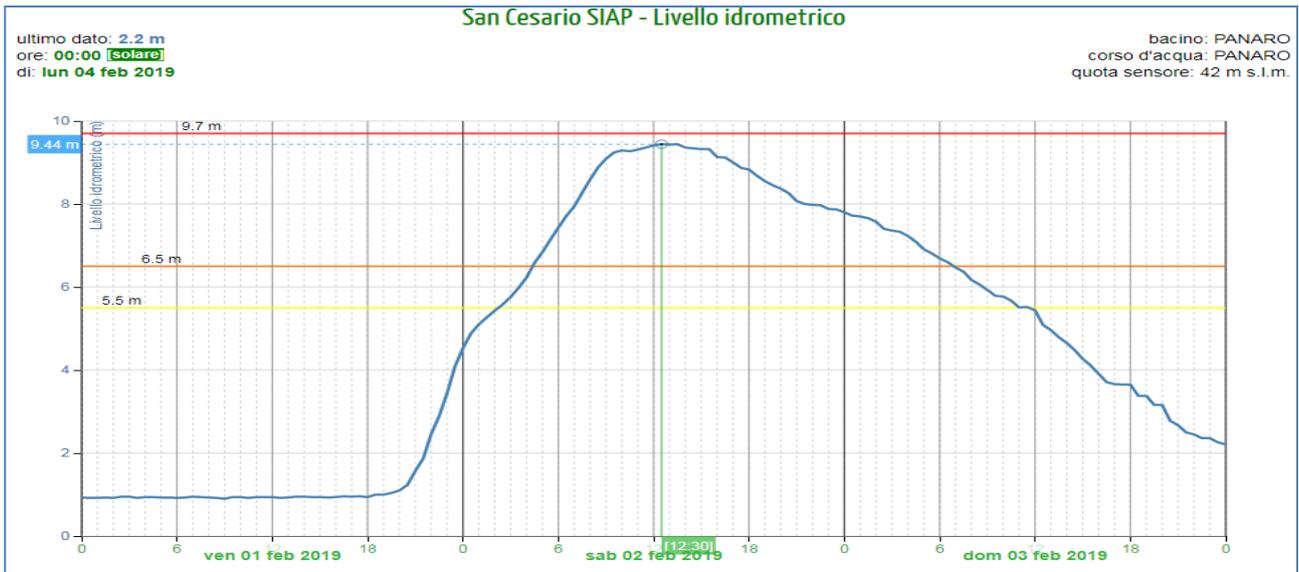
Figura 46: Pioggia oraria e cumulata nelle stazioni più significative del bacino montano del Panaro

Il progressivo incremento dei livelli idrometrici è stato registrato già a partire dal pomeriggio di venerdì 1 febbraio nelle sezioni montane, dove ha raggiunto dei lunghi colmi superiori alla soglia 2 nelle prime ore del mattino di sabato 2 febbraio (Figura 47).



**Figura 47: Propagazione della piena nelle sezioni montane del fiume Panaro**

L'onda di piena proveniente da monte, di notevole velocità e volume, è stata efficacemente laminata dalla cassa di espansione posta a valle di Spilamberto, come è possibile osservare negli idrogrammi di piena riportati nella Figura 48. Le manovre di parziale chiusura delle paratoie mobili della cassa sono iniziate a partire dalle 5:20 del 2 febbraio, al fine di mantenere a valle una portata in uscita minore o uguale a circa 415 mc/sec; raggiunto il livello di 8,5 m all'idrometro di S. Cesario SIAP, posto sul paramento della cassa, intorno alle 8:00 è iniziata la parziale riapertura delle paratoie, e alle ore 12:30 è stato raggiunto il livello massimo storico di 9,44 metri, con un invaso di circa 14 milioni di mc totali. A partire dal pomeriggio del 2 febbraio, al diminuire degli apporti da monte, le manovre hanno consentito lo scarico a valle di portate inferiori ai 415 mc/sec. Nelle sezioni di valle una lunga onda di piena si è propagata con livelli al colmo ovunque inferiori alla soglia 3, rientrando al di sotto dei livelli di attenzione dalla sera del 3 fino a tutta la giornata del 4 febbraio.



**Figura 48: Invaso della cassa di espansione e propagazione della piena nelle sezioni vallive più significative del fiume Panaro**

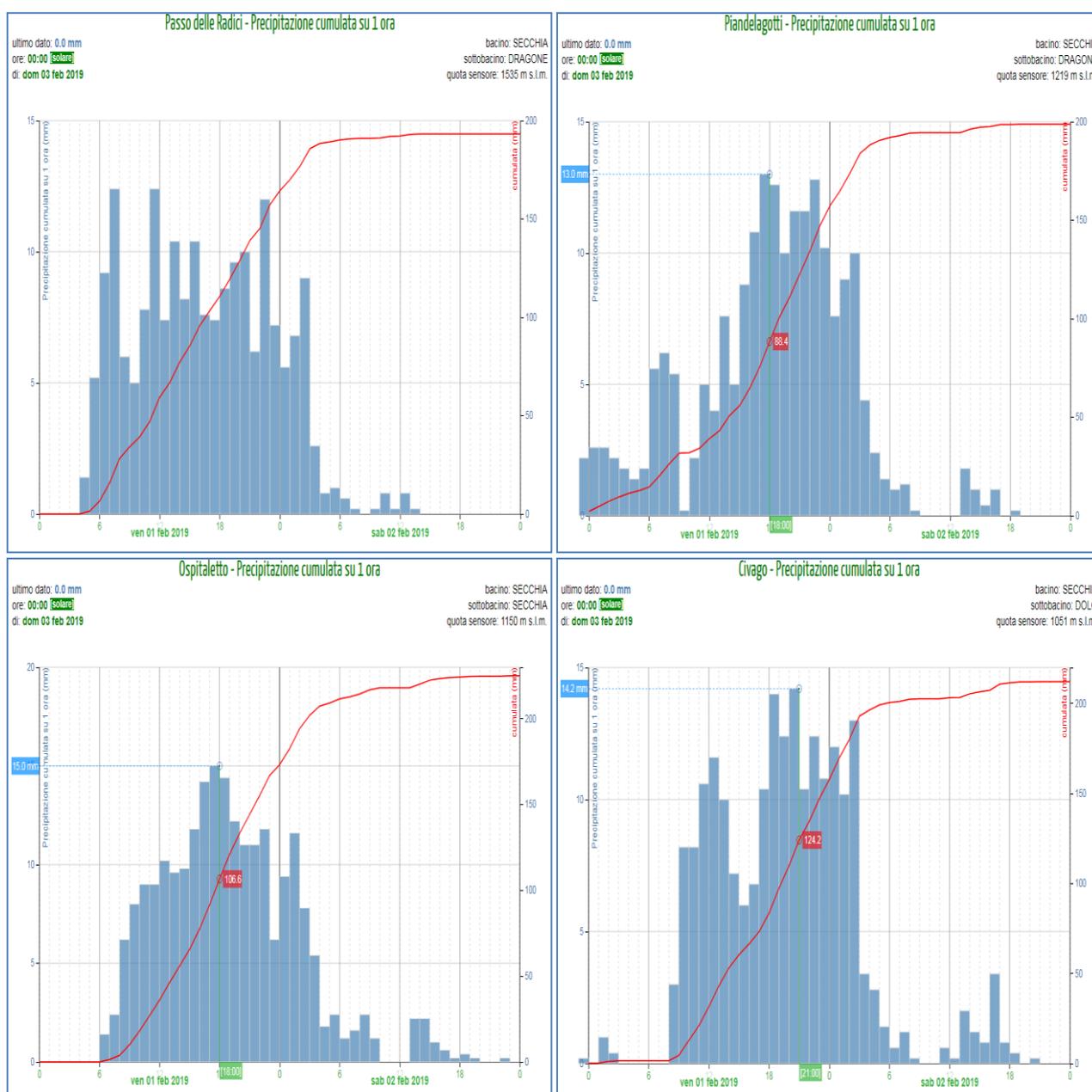
Nella Tabella 7 è riportata la scheda di sintesi della piena con l'indicazione delle punte massime nelle sezioni montane e vallive dell'asta principale, insieme ad alcune stime sui tempi di propagazione dell'onda e sulle relative velocità.

Tabella 7: Scheda di sintesi della piena sul fiume Panaro

 <b>BACINO DEL PANARO</b> <b>TABELLA delle PUNTE MASSIME</b> <b>PIENA dei gg. 2-4 febbraio 2019</b>									
<b>Fiume PANARO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
FIUMALBO ACQUICCIOLA	7,1	7,1	<b>1,52</b>	2	02:20	-	00:00		
PIEVEPELAGO	6,3	13,4	<b>3,66</b>	2	00:00	-02:20	-2:20		
PONTE VAL DI SASSO	23,0	36,4	<b>3,44</b>	2	05:00	02:40	02:40		
confluenza Leo	<b>4,1</b>	40,5							
PONTE SAMONE	12,9	53,4	<b>1,62</b>	2	05:50	00:50	03:30	-	
SAVIGNANO SUL PANARO			<b>1,61</b>	2	06:00	00:10	03:40		
<b>SPILAMBERTO</b>	26,6	80,0	<b>3,11</b>	2	06:40	00:50	04:20		
S. CESARIO SIAP Monte	11,2	91,2	<b>9,44</b>	2	12:30	05:50	10:10	-	max livello dal 2000
PONTE S. AMBROGIO	2,0	93,2	<b>9,61</b>	2	11:50	-00:40		-	
confluenza Tiepido	<b>3,0</b>	96,2							
NAVICELLO	7,1	103,3	<b>10,82</b>	2	17:50	06:00	16:10	0,47	
<b>BOMPORTO</b>	9,4	112,7	<b>10,63</b>	2	22:30	04:40	20:50	0,56	
confluenza canale Naviglio	<b>0,3</b>	113,0							
CAMPOSANTO	10,5	123,5	<b>10,23</b>	3	02:30	04:00	24:50	-	
FOSCAGLIA	15,6	139,1	<b>17,18</b>	3	07:30	05:00	25:50	0,87	
BONDENO	12,2	151,3	<b>11,79</b>	3	10:00	02:30	28:20	-	
sbocco in Po	7,9	159,2							
<b>Torrente LEO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
FANANO	9,7	9,7	<b>1,18</b>	2	06:30				
sbocco in Panaro	10,8	20,5							
<b>Torrente TIEPIDO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
GORZANO	14,0	14,0	<b>0,72</b>	2	05:30	-	00:00		
S. DONNINO	11,8	25,8	<b>1,06</b>	2	07:10	01:40	01:40		
sbocco in Panaro	5,8	31,6							
<b>canale NAVIGLIO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
MODENA NAVIGLIO	18,8	18,8	<b>0,90</b>	2	05:20				
sbocco in Panaro	11,9	30,7							
<b>Note:</b>									
Le manovre di parziale chiusura delle paratoie mobili della cassa sono iniziate a partire dalle 5:20 del 2 febbraio, al fine di mantenere a valle una portata in uscita minore o uguale a circa 415 mc/sec, con un invaso di circa 14 milioni di mc totali; raggiunto il livello di 8,5 m a S. Cesario SIAP intorno alle 8:00 è iniziata la parziale riapertura delle paratoie.									

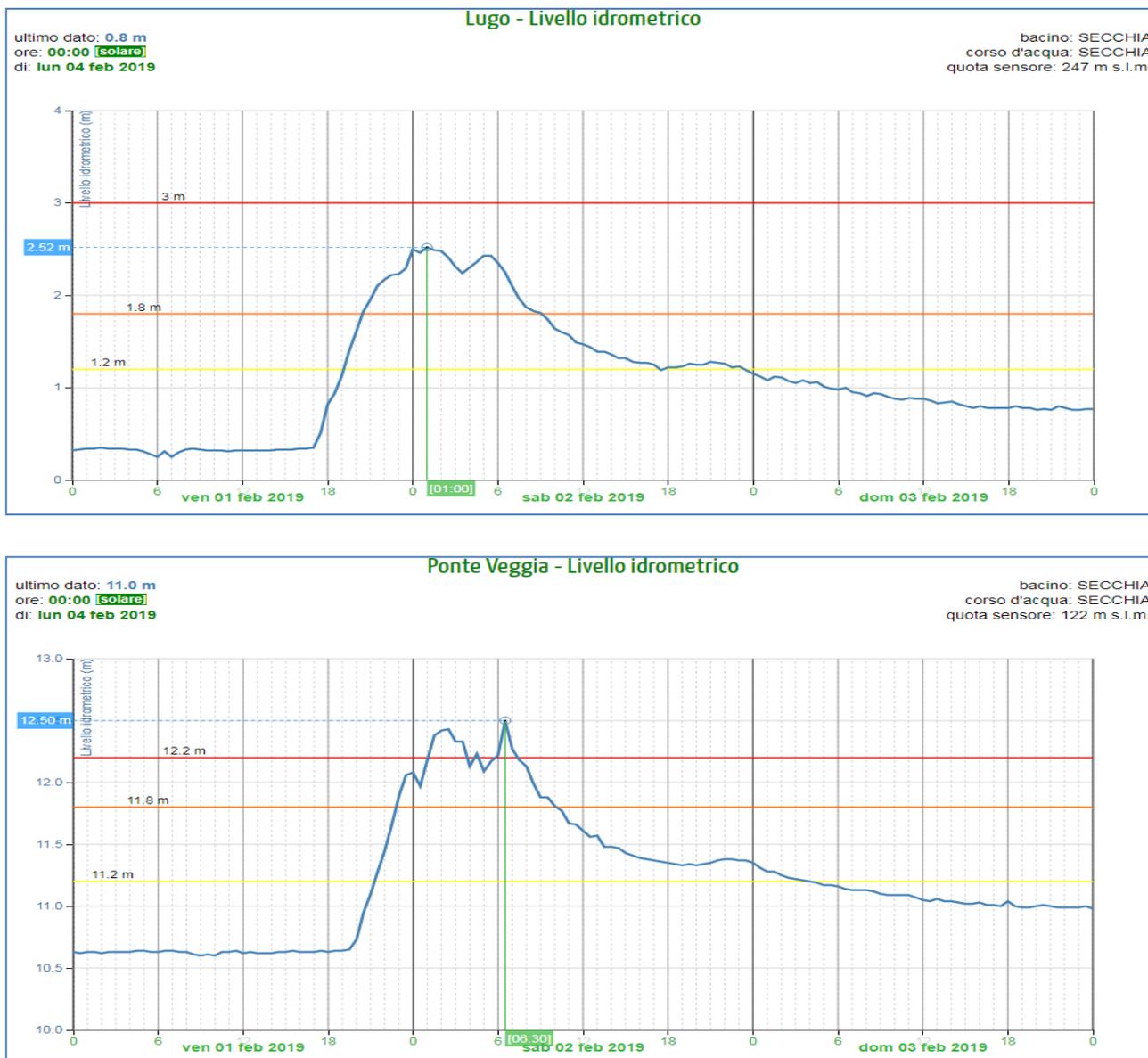
## 8.2. La piena del fiume Secchia

Le precipitazioni sull'alto bacino del fiume Secchia sono iniziate già nelle prime ore di venerdì 1 febbraio, con intensità sostenute, tra 10 e 15 mm/ora, che si sono mantenute per tutta la notte. Le cumulate nei due giorni dell'evento, sono state superiori ai 70 mm/48 ore su buona parte del bacino montano, con punte di 224,8 mm/48 ore ad Ospitaletto e 212,4 mm/48 ore a Civago, come è possibile osservare nella Figura 37, che riporta la pioggia dell'evento spazializzata sui bacini della regione, e nella Tabella 3, che riporta i dati delle stazioni dove sono state registrate precipitazioni superiori ai 150 mm/48 ore. Nella Figura 49 sono illustrati gli ietogrammi di pioggia oraria e cumulata nelle quattro stazioni più significative del bacino montano del Secchia.



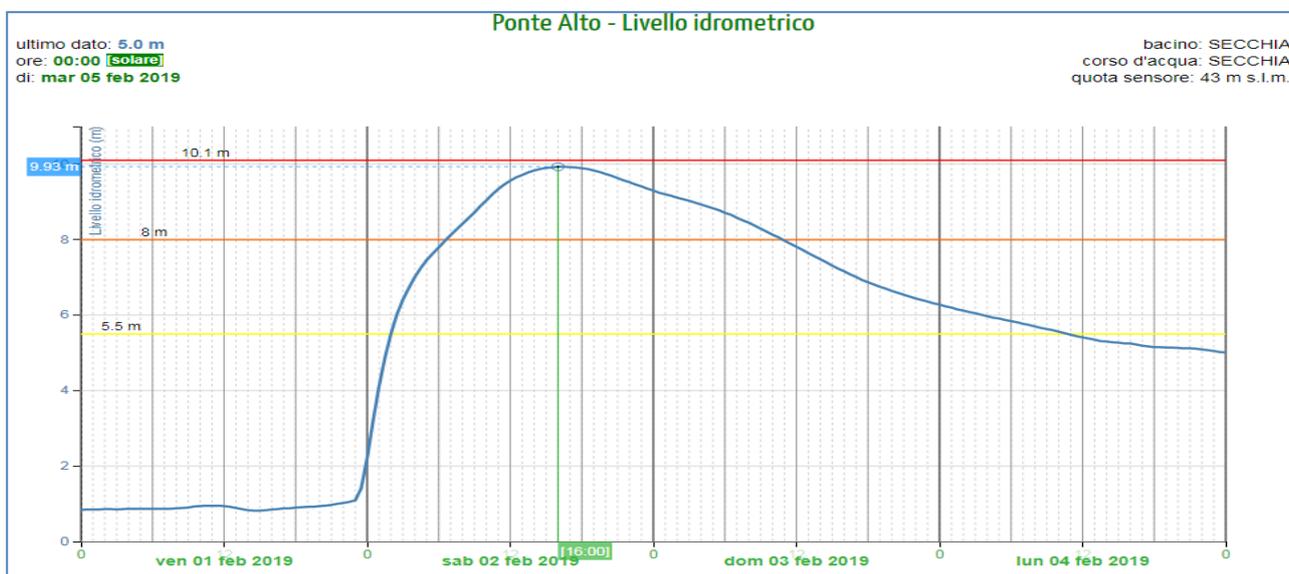
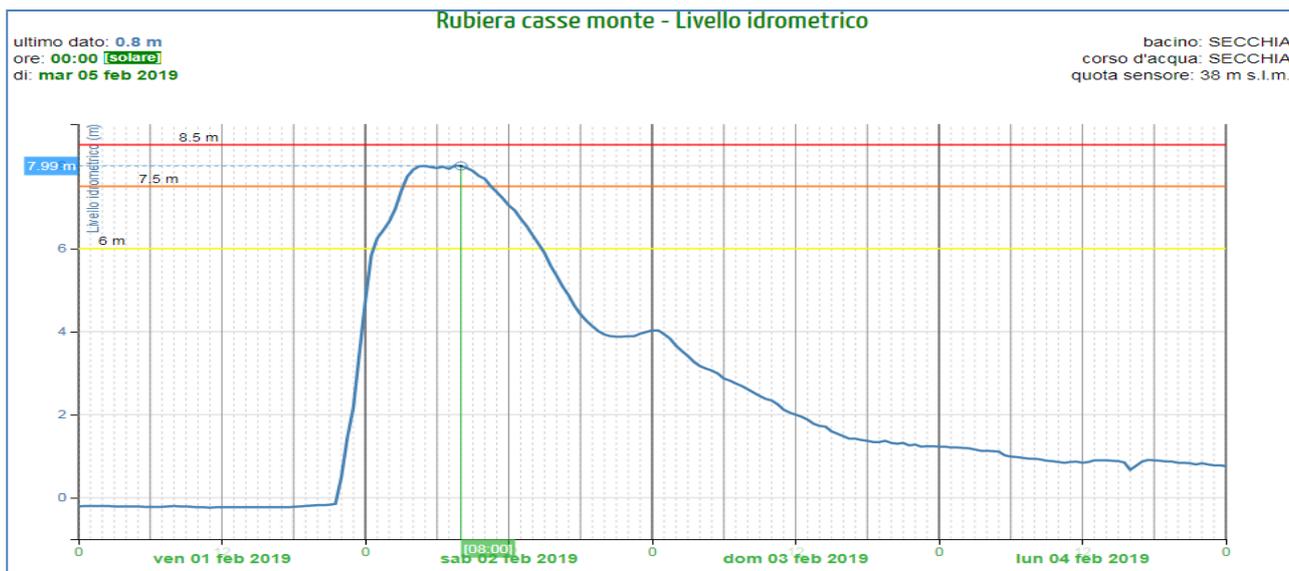
**Figura 49: Pioggia oraria e cumulata nelle stazioni più significative del bacino montano del Secchia.**

Gli innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni montane (Figura 50) sono iniziati già dal pomeriggio di venerdì 1 febbraio, raggiungendo i livelli al colmo nelle prime ore del 2 febbraio: nella sezione di Ponte Veggia il colmo di piena è transitato alle ore 6:30 con 12,50 metri, superiore alla soglia 3, 3° caso storico dal 2003, inferiore solo alle piene di dicembre 2017 (12,89 m) e febbraio 2016 (12,60 m).



**Figura 50: Propagazione della piena nelle principali sezioni montane del fiume Secchia**

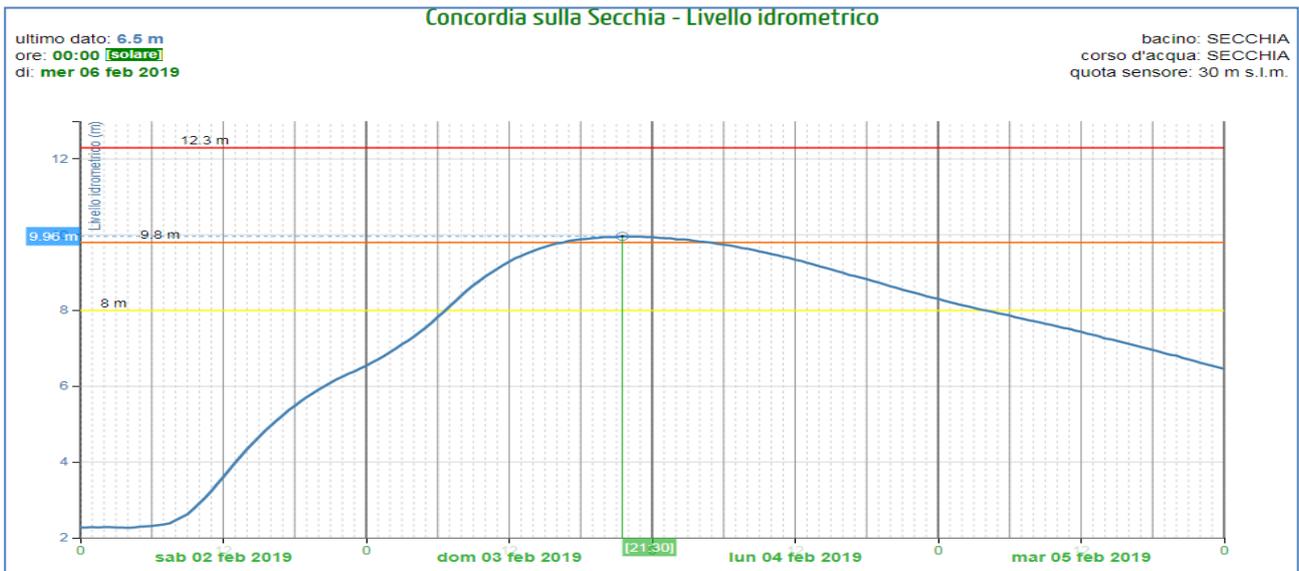
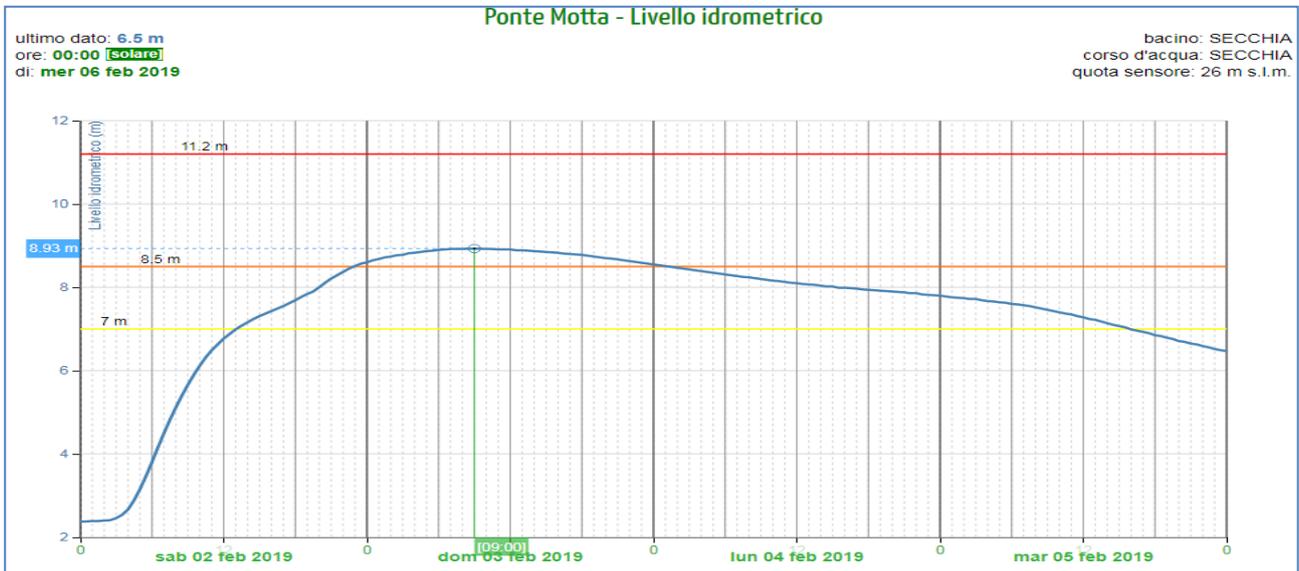
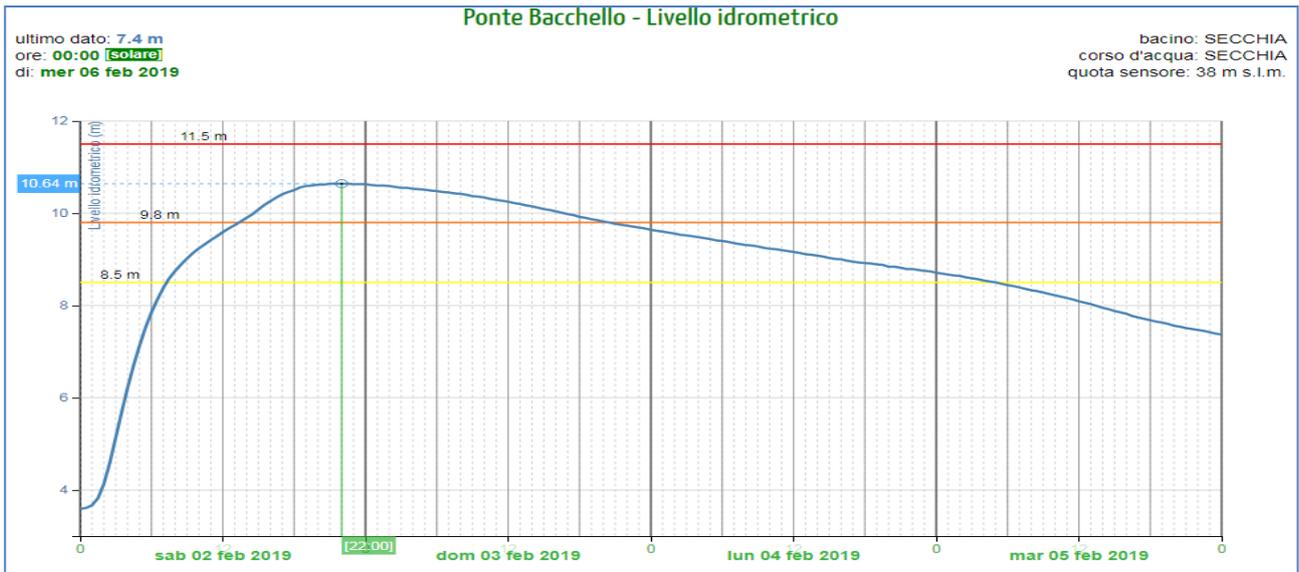
La piena è stata efficacemente laminata dalla cassa di espansione di Rubiera, con invaso della cassa in linea e della cassa laterale, il cui sfioro è durato per oltre sei ore a partire dalle prime ore della mattina di sabato 2 febbraio. Nella Figura 51 sono riportati gli idrogrammi di piena nella cassa di espansione e nella sezione di Ponte Alto, subito a valle, dove i livelli al colmo si sono mantenuti al di sotto della soglia 3.



*Figura 51: Propagazione della piena nelle sezioni a valle della cassa di espansione*

Una lunga onda di piena di notevole volume si è quindi successivamente propagata nel tratto arginato, con livelli al colmo dovunque inferiori alla soglia 3, via via decrescenti verso valle, rientrati al di sotto delle soglie di attenzione tra lunedì 4 e martedì 5 febbraio (vedi Figura 52).

Nella Tabella 8 è riportata la scheda di sintesi della piena con l'indicazione delle punte massime nelle sezioni montane e vallive dell'asta principale, insieme ad alcune stime sui tempi di propagazione dell'onda e sulle relative velocità.



*Figura 52: Propagazione della piena nelle principali sezioni vallive del fiume Secchia*

Tabella 8: Scheda di sintesi della piena sul fiume Secchia

									
BACINO DEL SECCHIA TABELLA delle <b>PUNTE MASSIME</b>									
PIENA dei gg. 2-4 febbraio 2019									
<b>FIUME SECCHIA</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze (km)		Punta max registrata			Tempi		Velocità m' sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
GATTA	28,7	28,7	<b>1,51</b>	2	04:20	-	00:00		max = 2^ punta
confluenza Secchiello	1,7	30,4							
PONTE CAVOLA	4,1	34,4	<b>0,46</b>	2	04:10	-00:10	-00:10		
confluenza Dolo	9,5	43,9							
<b>LUGO</b>	4,3	48,2	<b>2,60</b>	2	00:50			-	
confluenza Rossenna	0,5	48,7							
PONTE VEGGIA	17,5	66,2	<b>12,47</b>	2	02:10	01:20	01:20	3,75	
confluenza Tresinaro	13,0	79,2							
<b>RUBIERA SS9</b>	0,3	79,5	<b>2,33</b>	2	07:40	05:30	06:50	0,89	
RUBIERA CASSE monte	2,0	81,5	<b>8,03</b>	2	07:40	00:00	06:50		
RUBIERA CASSE valle	0,0	81,5	<b>6,68</b>	2	08:10	00:30	07:20	-	
PONTE ALTO	10,5	92,0	<b>9,93</b>	2	16:10	08:00	15:20	0,36	
<b>PONTE BACCHELLO</b>	13,8	105,7	<b>10,65</b>	2	21:10	05:00	20:20	0,76	
PONTE MOTTA			<b>8,93</b>	3	09:00	12:50	33:10		
PIOPPA	18,8	124,5	<b>10,01</b>	3	17:00	08:00	41:10	-	
CONCORDIA SULLA SECCHIA	9,0	133,5	<b>9,96</b>	3	21:30	04:30	45:40	0,56	
BONDANELLO	9,0	142,5	<b>9,20</b>	4	02:40	05:10	50:50	-	
sbocco in Po	24,0	166,5							
<b>Torrente DOLO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m' sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
PONTE DOLO	30,7	30,7	<b>2,69</b>	1	23:40				
sbocco in Secchia	4,4	35,1							
<b>Torrente ROSSENNA</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m' sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
ROSSENNA	31,4	31,4	<b>0,99</b>	2	05:50				
sbocco in Secchia	0,8	32,2							
<b>Torrente TRESINARO</b>									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m' sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
CA' DE CAROLI	65,7	65,7	<b>0,75</b>	2	05:20	-	00:00		max = 2^ punta
<b>RUBIERA TRESINARO</b>	12,6	78,3	<b>3,55</b>	2	07:30	02:10	02:10		
sbocco in Secchia	0,4	78,7							

### 8.3. La piena del fiume Enza

Deboli precipitazioni sull'alto bacino del fiume Enza sono iniziate già nelle prime ore di venerdì 1 febbraio, con intensità via via crescenti nel corso della giornata, fino a raggiungere i valori massimi nella notte tra l'1 e il 2 febbraio sul crinale appenninico, dove si sono registrati 19,8 mm/ora a Lago Ballano e 18,4 mm/ora a Succiso. Durante tutta la giornata del 2 febbraio sono proseguite piogge intermittenti, via via di minore intensità.

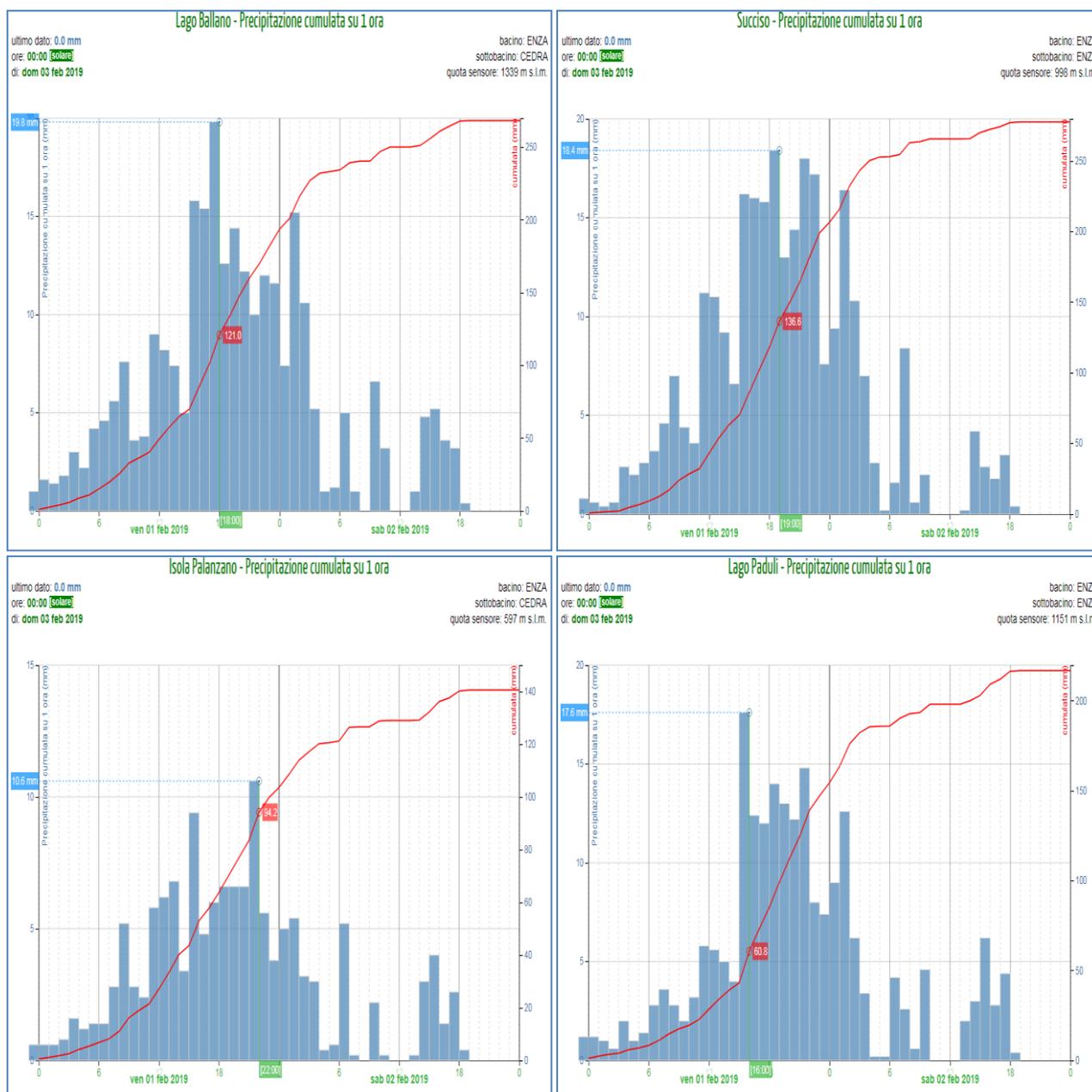


Figura 53: oraria e cumulata nelle stazioni più significative del bacino montano dell'Enza

Le piogge cumulate nei due giorni dell'evento sono state superiori ai 70 mm/48 ore su buona parte del bacino montano, con punte di 277,8 mm/48 ore a Succiso e 268,4 mm/48 ore a Lago Ballano, come è possibile osservare nella Figura 37, che riporta la pioggia dell'evento spazializzata sui bacini della regione, e nella Tabella 3, che riporta i dati delle stazioni dove sono state registrate

precipitazioni superiori ai 150 mm/48 ore. Nella Figura 53 sono illustrati gli ietogrammi di pioggia oraria e cumulata nelle quattro stazioni più significative del bacino montano dell'Enza.

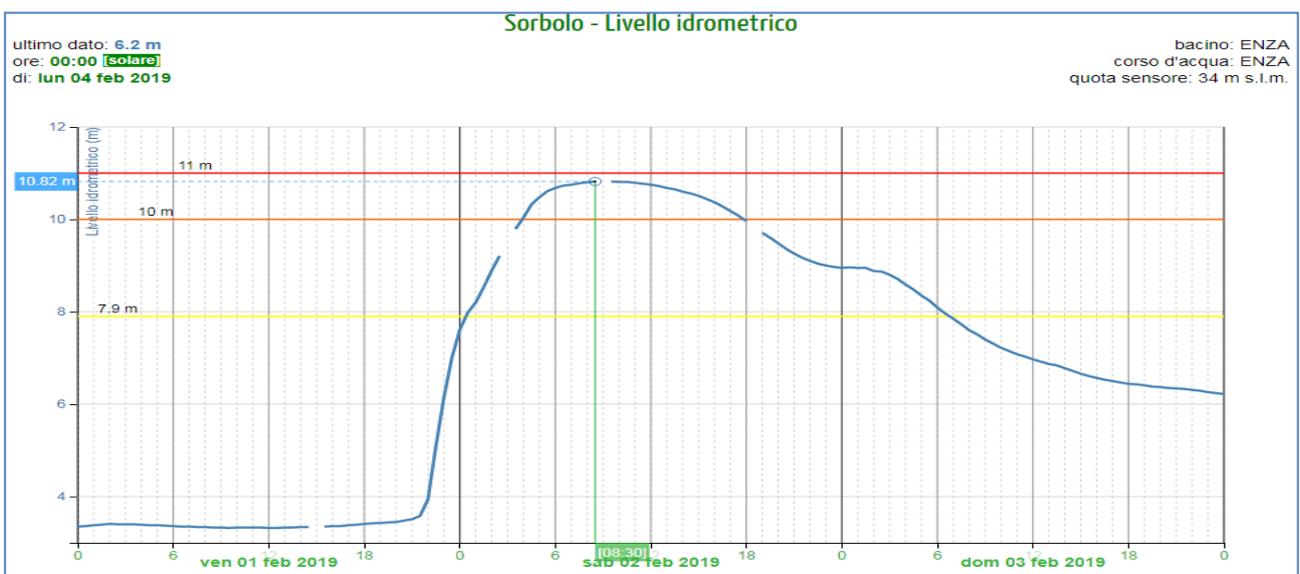
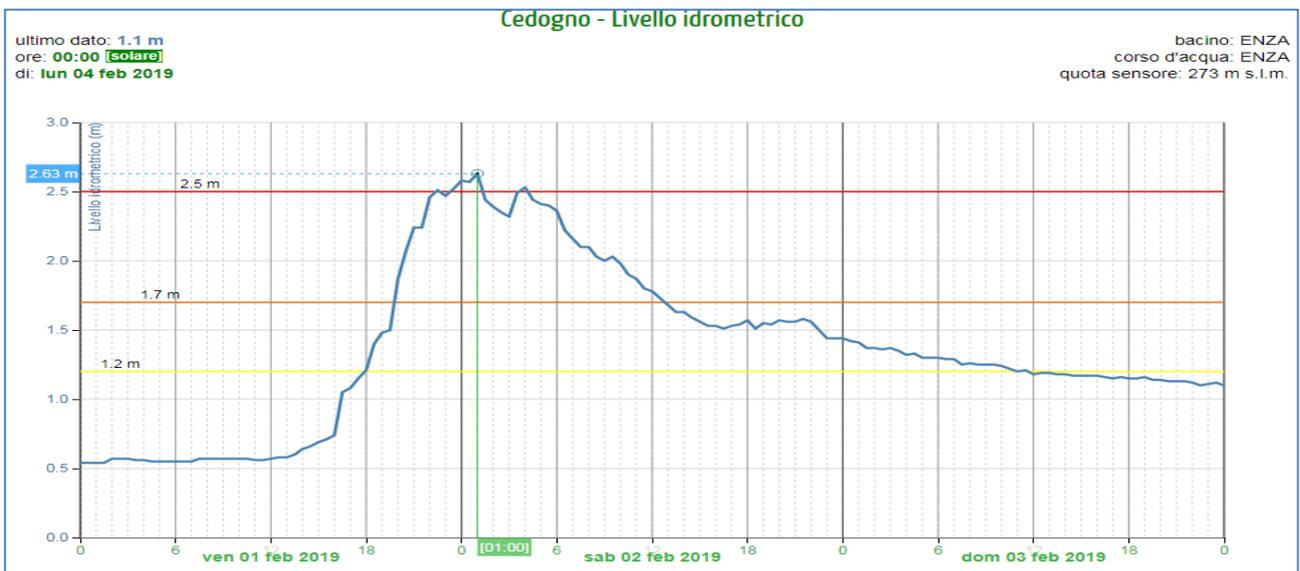
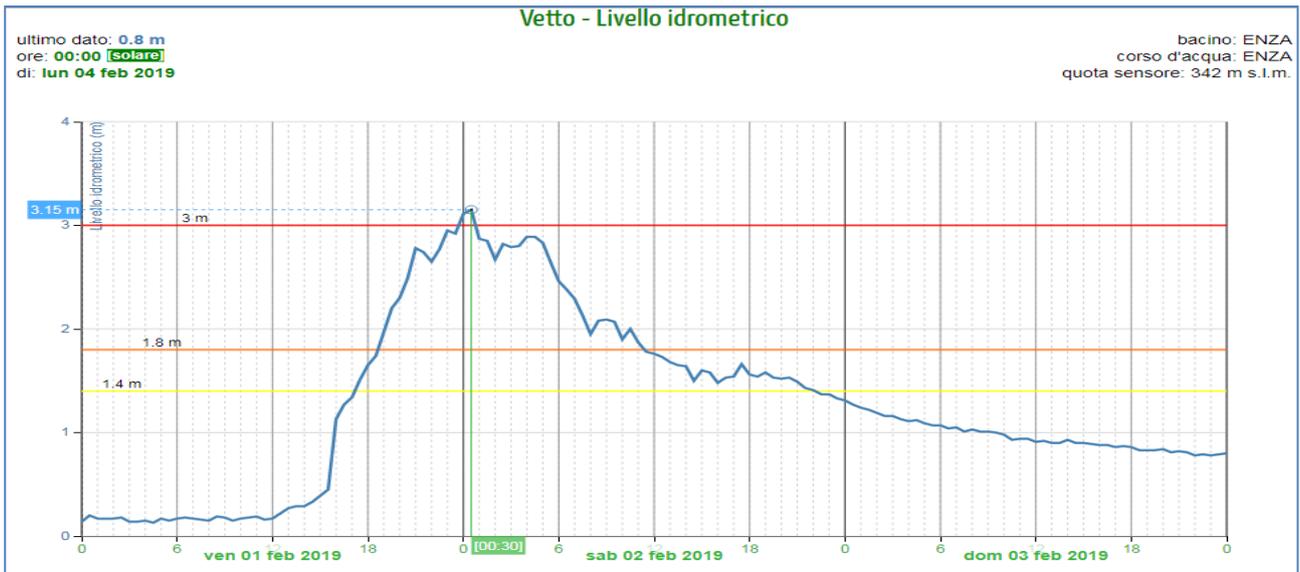
Rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni montane del fiume Enza si sono registrati a partire dal pomeriggio di venerdì 1 febbraio, raggiungendo livelli al colmo superiori alla soglia 3 nelle prime ore del 2 febbraio.

L'effetto di laminazione esercitato dalle casse di espansione laterali a Montecchio ha generato nel tratto vallivo una lunga onda di piena, di notevole volume, che si è propagata fino alla sezione di Sorbolo, dove alle ore 8:30 ha raggiunto il livello massimo di 10,82 metri, inferiore alla soglia 3 (vedi Figura 54).

Nella Tabella 9 è riportata la scheda di sintesi della piena con l'indicazione delle punte massime nelle sezioni montane e vallive dell'asta principale, insieme ad alcune stime sui tempi di propagazione dell'onda e sulle relative velocità.

Tabella 9: Scheda di sintesi della piena sul fiume Enza

 BACINO DELL'ENZA TABELLA delle <b>PUNTE MASSIME</b> PIENA dei gg. 2-4 febbraio 2019									
Fiume ENZA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
confluenza Cedra	16,2	16,2							
confluenza Lonza	9,3	25,5							
VETTO	2,1	27,6	<b>3,15</b>	2	00:30	-	0,00	-	
confluenza Tassobbio	5,4	33,0							
<b>CEDOGNO</b>	3,8	36,8	<b>2,63</b>	2	01:00	00:30	00:30	5,11	
CASSE DI ESP. ENZA	23,9	60,7	<b>2,57</b>	2	03:00	02:00	02:30	-	
<b>SORBOLO</b>	16,9	77,6	<b>10,82</b>	2	08:10	05:10	07:40	0,91	
sbocco in Po	19,6	97,2							
Torrente CEDRA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
SELVANIZZA	17,7	17,7	<b>3,80</b>	1	22:30				
sbocco in Enza	0,4	18,1							
Torrente LONZA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
LONZA	11,7	11,7	<b>1,33</b>	2	04:00				
sbocco in Enza	1,34	13,0							
Torrente TASSOBBIO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0							
COMPIANO	17,3	17,3	1,48	2	05:30				
sbocco in Enza	0,8	18,1							



*Figura 54: idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del fiume Enza*

## 9. Effetti al suolo connessi al passaggio delle piene

La piena del Reno nella Provincia di Bologna ha comportato numerosi allagamenti nelle zone limitrofe al corso d'acqua, sia nel tratto montano che nel tratto di pianura.

La situazione più critica è avvenuta il pomeriggio del 2 febbraio a Castel Maggiore, dove la rottura dell'argine destro, poco a monte della sezione di Bonconvento, lungo via Lama, ha causato l'allagamento di un'area di circa 27 chilometri quadrati, dapprima tra le vie Pioppe e Bondanello, successivamente fino all'abitato e alla zona artigianale di Argelato, fino a S. Giorgio di Piano. Allagate via Bondanello e Passo Pioppe, oltre a via Lama che è stata distrutta dalla furia della piena per un tratto di 100 m. Nel pomeriggio è stata chiusa la strada provinciale 3 Trasversale di pianura da Funo di Argelato a San Giovanni in Persiceto, inoltre chiuso l'imbocco da Calderara verso la Trasversale sulla Sp 18. Nel tardo pomeriggio la Trasversale è stata riaperta nel tratto da Padulle a San Giovanni in Persiceto, mentre è stata chiusa la Nuova Galliera.

A Bologna, nella zona di Borgo Panigale, la piena del Reno ha invaso giardini, cortili e parzialmente alcune abitazioni in via Giunio Bruto e via della Berleta in sinistra e via del Traghetto in destra. In via Aretusi si è allagato il centro sportivo e a Casteldebole è stato invaso dal fiume il campo da baseball. Sulla sponda destra del fiume, in zona Santa Viola, l'acqua ha invaso un tratto di via del Milliaro.



*Figura 55. Effetti della piena del Reno a Bologna (in alto, foto Schicchi da “Il Resto del Carlino”), A Castel Maggiore (in basso a sinistra, foto Radogna da “Il Resto del Carlino”) e Casalecchio di Reno (in basso a destra, foto Mignardi da “Il Resto del Carlino”).*

In tutto sono state evacuate 381 persone: 345 a Castel Maggiore, 25 ad Argelato, 6 a Bologna e 5 a Castello d'Argile. Il Comune di Castel Maggiore ha messo a disposizione uno spazio in una polisportiva per accogliere gli sfollati.

Nel bacino montano, a Sasso Marconi si sono verificati allagamenti ai laghi del Maglio e a Casalecchio di Reno i danni maggiori si sono registrati al centro sportivo del Comune ed ad una palestra in via Allende. Piccole esondazioni nella zona di Vergato che hanno portato fango e detriti sulle strade e richiesto l'intervento di vigili del fuoco. Chiuso il ponte tra Rioveggio e Grizzana, a Pianoro problemi con il Savena in piena. Piccoli smottamenti e cadute di rami a causa del forte vento e dell'intensa pioggia si sono verificati su diverse strade provinciali, nella tarda serata. Nei pressi dell'abitato di Silla, sull'Appennino Bolognese è stata chiusa precauzionalmente la Sp 57 in corrispondenza del ponte sul torrente Silla. Chiusa anche la Porrettana tra Pavana (Pistoia) e Ponte della Venturina a causa di un movimento franoso in prossimità del confine regionale.



**Figura 56: salvataggio con l'elicottero (in alto a sinistra, da "Il Resto del Carlino"), danni a Castel Maggiore (in alto a destra, dalla pagina Facebook del Comune di Castel Maggiore), la piena del Reno a Bologna (in basso, foto Andrea Valentini)**

Nell'Imolese, la piena del Santerno ha causato preoccupazione in particolare nella frazione di San Prospero, ma senza causare particolari danni, se non l'unica piccola esondazione causata dalla rottura di una limitata porzione dell'argine, a San Prospero, che ha fatto arrivare acqua su alcuni terreni adibiti a cassa di espansione del fiume.



*Figura 57. Il Santerno a Passogatto e a Ca' di Lugo. Foto Scardovi, da "Il Resto del Carlino",*

Nel Reggiano la piena dell'Enza è transitata senza particolari danni. Numerosi dissesti idrogeologici sono stati segnalati nell'Appennino Reggiano: nel comune di Ventasso si è verificata una nuova frana di valle sulla Sp 91, nei pressi di Vaglie. Frana di valle anche a Villa sulla Sp 61, la provinciale che porta a Gazzano. Frana anche nel Piacentino in località Ciregna in Val Nure.



*Figura 58. La frana di Vaglie, da "Il Resto del Carlino".*

In Provincia di Modena sono state disposte le chiusure di Ponte Alto a Modena e ponte dell'Uccellino tra Modena e Soliera per la piena del Secchia, e la chiusura del ponte di via Curtatona per i fenomeni di rigurgito della piena del Panaro sul torrente Tiepido. Chiusa temporaneamente anche la strada statale 9 Via Emilia tra i comuni di Castelfranco Emilia e Modena per motivi precauzionali in seguito all'innalzamento del livello del fiume Panaro, che ha comportato anche la chiusura temporanea del ponte vecchio di Navicello tra Modena e Nonantola.

Disagi a Campogalliano (con famiglie evacuate in via precauzionale), Modena e San Cesario. Criticità, inoltre, in strada Barchetta, area golenale del Secchia, dove sono state evacuate altre famiglie.



*Figura 59. Il Panaro in piena e il Ponte Alto chiuso, foto Fiocchi, da “Il Resto del Carlino”.*

A Santa Sofia (FC) si è osservata la piena del Bidente che ha comportato un sensibile aumento del livello della Diga di Ridracoli.



*Figura 60. La piena del Bidente a Santa Sofia (FC), in alto a sinistra, da “Il Resto del Carlino”,*

## 10. Analisi del vento

Il giorno 1 febbraio si sono verificati venti forti nel Riminese e nella collina del Bolognese, dove la stazione di Madonna dei Fornelli ha registrato dalle 20 alle 21 UTC un valore di 33.1 m/s. Il giorno 2 febbraio i venti più intensi si sono verificati nella prima parte della mattinata, prevalentemente nelle medesime zone.

La Tabella 10 e Tabella 11 riportano la velocità massima oraria scalare, in m/s, misurata dalle stazioni anemometriche il giorno 1 e 2 febbraio 2019. I diversi colori evidenziano la codifica della scala Beaufort, in senso stretto riferita ai valori di vento medio, ma qui utilizzata per sottolineare l'intensità dell'evento, per “vento forte” (giallo 13.9-17.1 m/s), “burrasca moderata” (arancione 17.2-20.7 m/s), “burrasca forte” (rosso 20.8-24.4 m/s) , “burrasca fortissima” (fucsia 24.5-28.4 m/s), “fortunale” (mattone 28.5-32.6 m/s) e “uragano” (marrone  $\geq 32.7$  m/s).

**Tabella 10: Velocità massima scalare del vento misurata dalle stazioni anemometriche il giorno 1 febbraio**

Data e ora (UTC)	Febbio (1148 mslm - RE)	Ca' Bortolani (691 mslm - BO)	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Badia Tedalda (850 mslm - AR)	Mulazzano (190 mslm - RN)	Rimini urbana (16 mslm - RN)
01/02/2019 08:00	10,8	6,3	15,2	11,9	3,2	3,7
01/02/2019 09:00	13,2	4,6	18,1	12,7	6,9	3,2
01/02/2019 10:00	10,3	4,4	17,8	14,6	7,1	7,2
01/02/2019 11:00	12,7	4	20,4	13,7	15,4	8,3
01/02/2019 12:00	13	4,3	22,3	12,1	14,6	8,7
01/02/2019 13:00	11,9	7	23,9	14,2	14,9	10,2
01/02/2019 14:00	12,4	10,2	24	16,9	17,8	11,2
01/02/2019 15:00	12,5	7,3	28,1	14,4	16,5	13,9
01/02/2019 16:00	13,9	10,5	27,1	13,1	16,3	11
01/02/2019 17:00	11,7	8,3	28,8	16,1	18,3	15,4
01/02/2019 18:00	9,5	13,6	30	16,7	17,9	12,6
01/02/2019 19:00	8,4	13	31,2	14,9	18,1	12,8
01/02/2019 20:00	9	16,8	31,6	15,3	16,5	9,8
01/02/2019 21:00	9,2	20,5	33,1	14	16,6	12
01/02/2019 22:00	12,9	18,6	31	15	14	12,1
01/02/2019 23:00	8,2	12,9	28,5	14,1	21,7	14,3
02/02/2019 00:00	9,3	14,8	27,5	13	19,9	14

**Tabella 11: Velocità massima scalare del vento misurata dalle stazioni anemometriche il giorno 2 febbraio**

Data e ora (UTC)	Teruzzi (1077 mslm - PC)	Febbio (1148 mslm - RE)]	Ca' Bortolani (691 mslm - BO)	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Badia Tedalda (850 mslm - AR)	Mulazzano (190 mslm - RN)	Rimini urbana (16 mslm - RN)
02/02/2019 00:00	8,4	9,3	14,8	27,5	13	19,9	14
02/02/2019 01:00	8,7	6,9	12	21,1	16,3	18	13,5
02/02/2019 02:00	11,7	4,2	9,2	22,4	14,2	17,9	12,3
02/02/2019 03:00	12	8,3	6,8	26,8	14,2	15,6	14,5
02/02/2019 04:00	9,9	13,6	5,4	21,2	13,9	11,5	14,7
02/02/2019 05:00	7,7	12,6	8	14,4	14,8	13,2	12,7
02/02/2019 06:00	8,6	6,7	7,8	16,1	13	8,6	11,6
02/02/2019 07:00	9,9	10,5	5,6	14,4	12,4	4	4,2
02/02/2019 08:00	12,5	8,8	6,6	15,5	8,4	3,5	3,1
02/02/2019 09:00	12,6	14,8	11,1	18,9	8,6	3,5	2,1
02/02/2019 10:00	14,3	12,1	12,5	13	8,4	8,3	3,6

## 11. Effetti connessi alle mareggiate

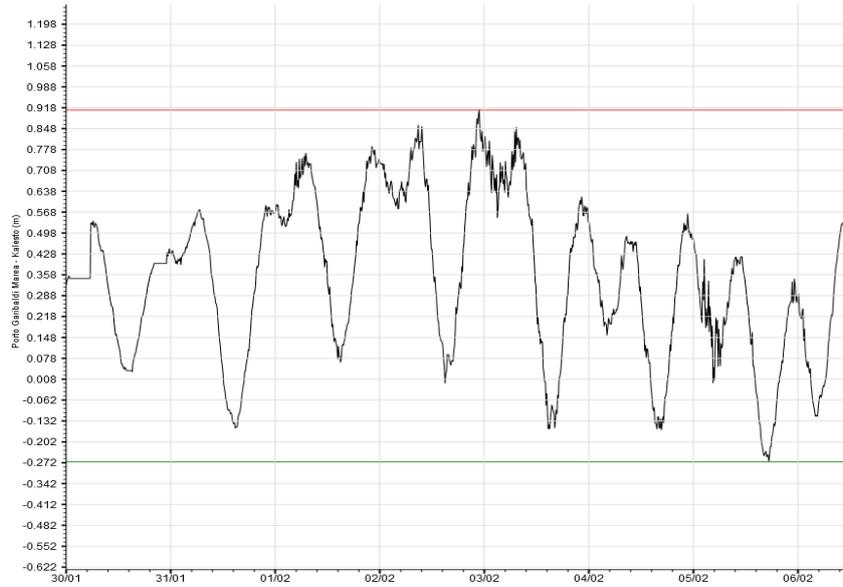
Dalla sera del 1 febbraio la costa ravennate è stata colpita da mareggiate che hanno causato gravi problemi di erosione. Le mareggiate, causate dai forti venti di scirocco, hanno interessato Lido di Dante, la diga foranea sud a Marina di Ravenna e a Marina Romea, in particolare nel tratto di spiaggia confinante con la foce del Lamone. A Lido Adriano è stata asportata una duna di protezione. A Marina di Ravenna le onde hanno sollevato blocchi di asfalto alla diga sud. Danni a Marina Romea, dove sono stati danneggiati in particolare gli stabilimenti balneari vicino alla foce del Lamone.

Forte erosione costiera è stata registrata anche a Valverde (FC), con la perdita di sedimento stimabile in 6-7 mila metri cubi di sabbia e della duna di protezione. Danni anche all'arenile e alla duna a Lido di Volano sud (FE).

La rete amatoriale ASMER ha rilevato venti di 32-34 m/s nella notte tra l'1 e il 2 febbraio a Porto Corsini (FE), con un picco di 37 m/s attorno alle 23 del 1, e venti di 27-29 m/s nella notte tra l'1 e il 2 e alla mattina del 2 a Marina di Ravenna.



In Figura 62 viene mostrata la registrazione del livello del mare a Porto Garibaldi (FE) che presenta un valore massimo intorno a 0.90 m. I valori dell'altezza dell'onda registrati dalla boa a Cesenatico si sono mantenuti poco sopra il metro durante il picco di marea, dal 2 febbraio dalle ore 22:00 fino alle prime ore del giorno 3 febbraio.

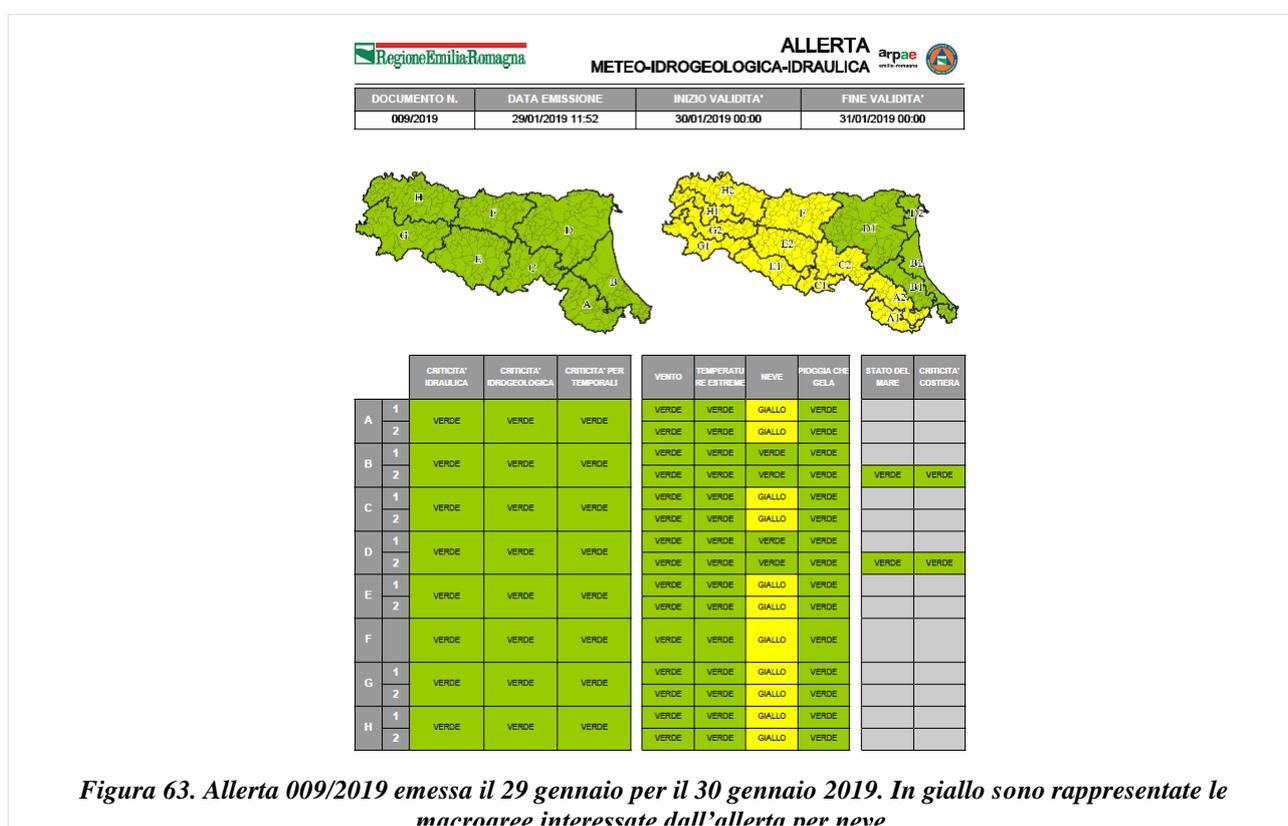


***Figura 62. Registrazione della marea a Porto Garibaldi.***

## 12. Le attività del Centro Funzionale per la previsione ed il monitoraggio degli eventi

Il Centro Funzionale dell'Emilia-Romagna Arpa-SIMC ha svolto l'attività di previsione e monitoraggio dell'intero evento a partire dalla previsione della neve del 29 gennaio 2019, fino alla chiusura del monitoraggio delle piene, il 5 febbraio 2019. Nel suddetto periodo sono state emesse in tutto 6 documenti di allerta meteo-idrogeologica-idraulica, e 14 documenti di monitoraggio delle piene in atto. Il sistema di allertamento ha inviato 71 notifiche di superamento delle soglie idrometriche (60 superamenti di soglia 2 e 11 di soglia 3) sui corsi d'acqua interessati dalle piene, agli enti e soggetti del sistema di protezione civile dei territori limitrofi. nelle 48 ore tra l'1 ed il 3 febbraio.

Per la giornata del 30 gennaio è stata emessa l'allerta 009/2019 (vedi Figura 63) per neve su tutte le zone collinari-montane della Regione e sulla pianura centro-occidentale, prevedendo accumuli di neve nelle 24 ore in pianura tra i 5 e 12 cm, nelle aree collinari intorno ai 20 cm e nelle aree di crinale valori attorno ai 30 cm.



Per il giorno 1 febbraio, è stata emessa l'allerta 010/2019 (vedi Figura 64) per criticità idraulica ed idrologica sui settori centro-occidentali, causate da previsione di rovesci temporaleschi e parziale fusione del manto nevoso preesistente, vento forte in particolare sui rilievi centro-orientali con raffiche superiori a 90 km/h, pioggia che gela nelle valli appenniniche più interne tra il piacentino e il modenese, stato del mare e criticità costiera sulla costa settentrionale, con possibili fenomeni di ingressione marina nella costa ferrarese.

DOCUMENTO N.	DATA EMISSIONE	INIZIO VALIDITA'	FINE VALIDITA'
010/2019	31/01/2019 12:24	01/02/2019 00:00	02/02/2019 00:00



		CRITICITA' IDRAULICA	CRITICITA' IDROGEOLOGICA	CRITICITA' PER TEMPORALI	VENTO	TEMPERATURE ESTREME	NEVE	PIOGGIA CHE GELA	STATO DEL MARE	CRITICITA' COSTIERA
A	1	ARANCIONE	VERDE	VERDE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	VERDE	VERDE	VERDE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE		
B	1	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE
C	1	GIALLO	GIALLO	VERDE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	GIALLO	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
D	1	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	GIALLO
E	1	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO		
F	1	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
G	1	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO		
H	1	ARANCIONE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO		
	2	ARANCIONE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		

Figura 64. Allerta 0010/2019 emessa il 31 gennaio per l'1 febbraio 2019. In giallo e in arancione sono evidenziate le zone interessate dalle allerte.

Per il giorno 2 febbraio, è stata emessa l'allerta 011/2019 (vedi Figura 65) per criticità idraulica ed idrogeologica per tutte le zone di allerta centro-occidentali, il Ferrarese e Ravennate, vento forte in particolare per i rilievi orientali, stato del mare e criticità costiera per possibili mareggiate nella prima parte della giornata nella costa Ferrarese.

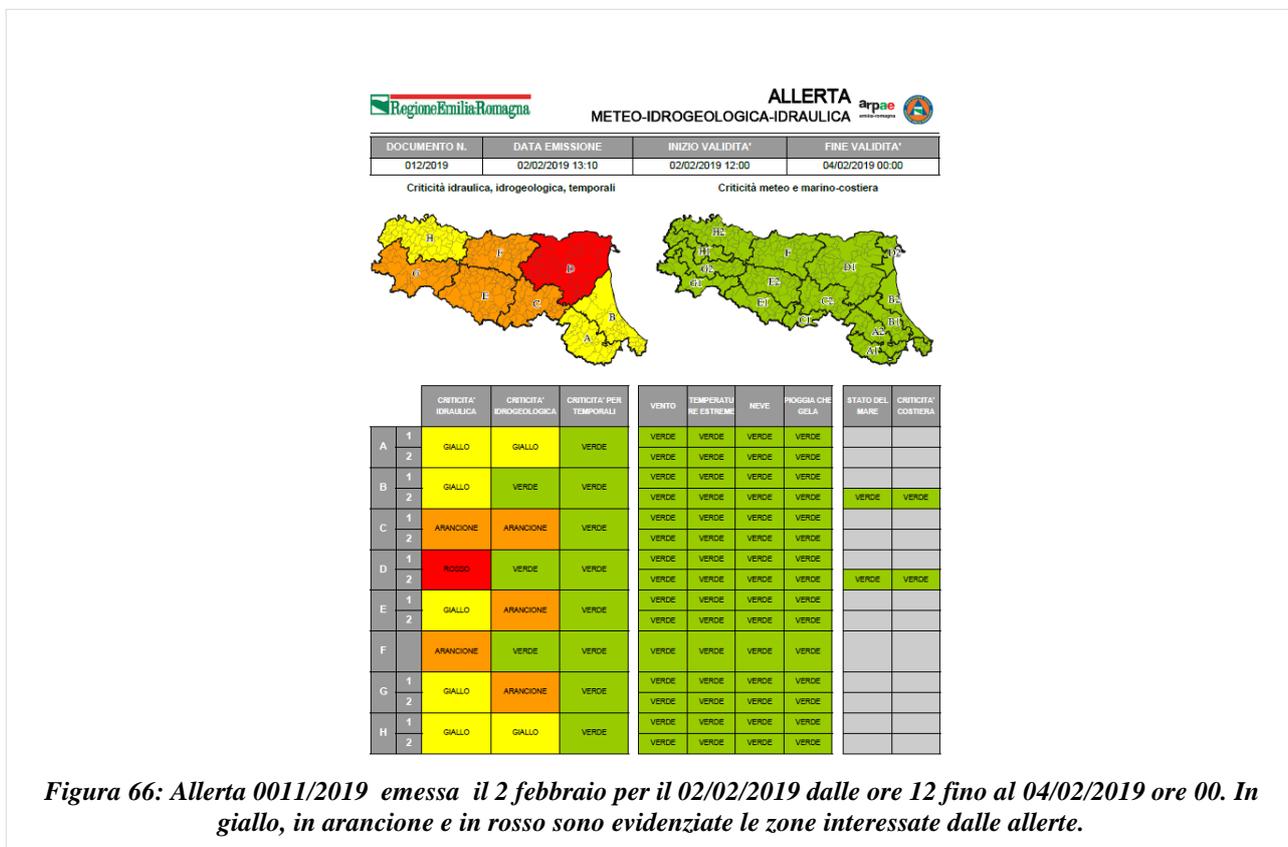
DOCUMENTO N.	DATA EMISSIONE	INIZIO VALIDITA'	FINE VALIDITA'
011/2019	01/02/2019 12:01	02/02/2019 00:00	03/02/2019 00:00



		CRITICITA' IDRAULICA	CRITICITA' IDROGEOLOGICA	CRITICITA' PER TEMPORALI	VENTO	TEMPERATURE ESTREME	NEVE	PIOGGIA CHE GELA	STATO DEL MARE	CRITICITA' COSTIERA
A	1	GIALLO	GIALLO	VERDE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	GIALLO	GIALLO	VERDE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE		
B	1	GIALLO	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE
C	1	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
D	1	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	GIALLO
E	1	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
F	1	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
G	1	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
H	1	ARANCIONE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
	2	ARANCIONE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		

Figura 65. Allerta 0011/2019 emessa l'1 febbraio per il 02/02/2019. In giallo e in arancione sono evidenziate le zone interessate dalle allerte.

Il giorno 2 febbraio è stata emessa l'allerta 012/2019 (vedi Figura 66) valevole dalle 12 del giorno stesso fino a tutto il 3 febbraio, con previsione di criticità idraulica e idrogeologica su tutte le zone della Regione, ed in particolare un'allerta idraulica massima (colore rosso) per la macroarea D, pianura emiliana orientale.



Per i giorni 4 e 5 febbraio, terminato l'evento meteorologico, sono state emesse allerte per criticità idrogeologica e idraulica rispettivamente arancione e giallo nelle zone interessate dal progressivo esaurimento delle piene occorse.

L'attività di monitoraggio delle piene in atto è stata condotta dall'inizio delle precipitazioni più intense, venerdì 1 febbraio, fino all'esaurimento delle ultime piene in atto nelle ultime sezioni di valle, il 5 febbraio. Sono stati emessi 14 documenti di monitoraggio con i dati di pioggia e di livello osservati e la previsione della propagazione delle piene su Taro, Parma, Enza, Secchia, Panaro, Reno, Santerno e Senio.

I primi documenti di monitoraggio sono stati emessi con una cadenza di 3-6 ore, al fine di seguire l'evoluzione delle piogge e la formazione delle piene nel tratto montano, gli ultimi con una cadenza di 12 ore, fino al rientro dei livelli idrometrici al di sotto delle soglie nelle ultime sezioni dei tratti vallivi dei corsi d'acqua. In particolare nel bollettino di monitoraggio n°001/2019/05, emesso alle ore 11:00 del 2 febbraio, al raggiungimento del colmo di piena di 2,33 m a Casalecchio Chiusa, già previsto nel bollettino delle ore 7:00, era stato previsto il transito del colmo di piena a Bonconvento con un livello tra 12,7 e 12,9 m, tra le 14 e le 16 del pomeriggio dello stesso giorno.



Struttura Idro-Meteo-Clima

Viale Silvani, 6 – Bologna

051 6497511

<http://www.arpae.it/sim>